

Ciudades y cambio climático en Chile: Recomendaciones desde la evidencia científica

Ciudades y cambio climático en Chile: Recomendaciones desde la evidencia científica



COMITÉ
CIENTÍFICO

DE CAMBIO
CLIMÁTICO

AUTORES

Coordinadores

Juan Carlos Muñoz^{1,2} (coordinador Ciudades), Jonathan Barton^{1,2} y Daniela Frías^{1,2}.

Coautores submesas

Jonathan Barton^{1,2}, Alex Godoy³, Waldo Bustamante^{1,2,4}, Sandra Cortés^{1,2,5}, Marcela Munizaga^{6,7}, Carolina Rojas^{1,2,8}, Elizabeth Wagemann^{4,9}.

- 1 Pontificia Universidad Católica de Chile
- 2 Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS)
- 3 Universidad del Desarrollo
- 4 Escuela de Arquitectura
- 5 Escuela de Medicina
- 6 Universidad de Chile
- 7 Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
- 8 Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales
- 9 Universidad Mayor

Contribuidores submesas

Riesgos y desastres: Elizabeth Wagemann (coordinadora), Carlos Berroeta, Jaime Cuevas, Jorge Gironás, Claudia González-Muzzio, Roberto Moris, Víctor Orellana, María Eliana Portal y Pamela Smith.

Infraestructura y espacios verdes: Carolina Rojas (Coordinadora), Moisés Aguilera, Marcos Bueno de Moraes, Cynnamon Dobbs, Sandra Iturriaga, Paulette Naulin y Alexis Vásquez.

Vulnerabilidad y salud poblacional: Sandra Cortés (coordinadora)

Movilidad: Marcela Munizaga (coordinadora), Jorge Amaya, Williams Calderón, Antonio Carrasco, Natalia Escudero, Laura Gallardo, Rodrigo Mora, Juan Carlos Muñoz, Paulina Ramírez, Juan Pablo Rey, Isabel Sedra, Hernán Silva, Stefan Steiniger y Giovanni Vecchio.

Edificación, equipamiento y energía: Waldo Bustamante (coordinador), Víctor Bunster, Claudio Carrasco, Felipe Encinas, Inmaculada Gallego, Héctor Jorquera, Andrea Martínez, Paola Molina, Massimo Palme, Bárbara Rodríguez, François Simon y Sergio Vera.

Residuos y economía circular: Alex Godoy (coordinador), Iván Franchi y Edmundo Muñoz.

Gobernanza: Jonathan Barton (coordinador), Jorge Amaya, Bruno Betanzo, Viviana Fernández, Jordan Harris, Cristian Henríquez, Alejandro Lara, Lake Sagaris, Martín Sanzana, David Silva y Anahí Urquiza.

Revisión final: María José Molina

Corrección de texto: Constanza Valenzuela

Diseño: www.negro.cl

Foto portada: Melanija Tacconci

Interiores: Ricardo Hurtubia G. y Unsplash

Citar como:

Muñoz, J. C., J. Barton, D. Frías, A. Godoy, W. Bustamante, S. Cortés, M. Munizaga, C. Rojas y E. Wagemann (2019) *Ciudades y cambio climático en Chile: Recomendaciones desde la evidencia científica*. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

PROCESO

La Mesa de Ciudades del Comité Científico COP25 convocó a colaborar a más de 50 investigadores y académicos vinculados al desarrollo de temáticas urbanas. Para ello, al interior de la Mesa de Ciudades se definieron tres ejes temáticos organizados en torno a siete submesas.

La mesa organizó tres talleres. Los dos primeros el 11 de junio y el 6 de agosto de 2019 en dependencias de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos de la Pontificia Universidad Católica de Chile; mientras que el tercer taller se desarrolló el 2 de septiembre de 2019 en la misma facultad, y el 6 de septiembre del mismo año en EmpreUdeC de la Universidad de Concepción.

AGRADECIMIENTOS

La Mesa de Ciudades del Comité Científico COP25 agradece a los investigadores que durante más de seis meses trabajaron en los talleres y la redacción del informe. Por su parte, se agradece el rol que ha jugado el Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (proyecto Fondap núm. 15110020) de la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad de Concepción, en la organización y disposición de los espacios para desarrollar las actividades participativas durante todo el proceso. Igualmente, se agradece al Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID) por su apoyo en los talleres.

El Comité Científico COP25 agradece al Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, al Ministerio del Medio Ambiente, a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, y a la Unión Europea por el apoyo en distintas etapas del trabajo del Comité, las mesas y submesas.

Los contenidos de este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no representan necesariamente a sus universidades o centros de investigación de afiliación, ni a las instituciones aquí mencionadas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen ejecutivo	6
Introducción	9
Plan de Acción Nacional de Cambio Climático	10
Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades	12
Desde la vulnerabilidad hacia la resiliencia	13
Propuestas de cada submesa	16
Gobernanza	16
Movilidad	24
Edificación, equipamiento y energía	30
Figura 1. Resumen de propuestas para la transición energética del sector de la construcción	31
Infraestructura y espacios verdes	35
Riesgos y desastres	37
Vulnerabilidad y salud poblacional	40
Residuos y economía circular	42
Referencias	49



TABLAS

Tabla 1. Ciudades frente al cambio climático. 19

Tabla 2. Ciudades como problema
y solución frente al cambio climático. 20

Anexo 1.

Fichas de medidas propuestas. 61

Ficha 1. Gobernanza 62

Ficha 2. Movilidad 67

Ficha 3. Edificación, equipamiento y energía. 84

Ficha 4. Infraestructura y espacios verdes 91

Ficha 5. Riesgos y desastres. 101

Ficha 6. Vulnerabilidad y salud poblacional. 111



Resumen ejecutivo

En el marco de las preparaciones del Gobierno de Chile frente a la COP25, y como parte de las actividades del Comité Científico COP25 establecido por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, este documento tiene tres propósitos. El primero es reunir información de varios documentos de política pública relacionados con ciudades y cambio climático en Chile. El segundo es destacar la situación urbana en Chile en relación con los temas de mitigación (movilidad; edificación, equipamiento y energía; residuos y economía circular), adaptación (riesgos y desastres; infraestructura y espacios verdes; vulnerabilidad y salud) y gobernanza. El tercero es presentar propuestas de acción en formato de fichas que pretenden contribuir a reducir las emisiones que surgen desde ciudades y reducir la vulnerabilidad en los asentamientos humanos en Chile frente al cambio climático.

Estas propuestas se han estructurado en torno a metas, identificando instituciones que debieran participar de ellas, sugiriendo plazos posibles en que estas medidas podrían implementarse, caracterizando beneficios que estas medidas generarían y destacando evidencia científica que las avala. Dada la complejidad propia de la gobernanza urbana, estas medidas debieran considerarse en coordinación entre la sociedad civil, el sector público y el sector privado. La mesa Ciudades reúne los aportes de más de cincuenta académicos de diez universidades con el objeto de contribuir desde múltiples disciplinas a opciones de acción urbana frente a los desafíos del cambio climático.

Más allá de la ciencia y las medidas necesarias para enfrentar los desafíos del cambio climático en las ciudades, si no hay mecanismos para la toma de decisiones adecuadas, los avances serán parciales y desarticulados. La gobernanza urbana incluye formas de participación en la formulación de decisiones e implementación de acciones, y la coordinación entre sociedad civil, sector privado y Estado en forma horizontal y vertical. La prioridad en Chile, en el contexto de cambio climático urbano, es asegurar que estos mecanismos sean claros, que las responsabilidades y competencias estén claramente definidas y que existan líneas de financiamiento para su implementación.

Las iniciativas para crear estos mecanismos siguen siendo fragmentadas y las experiencias son pocas. Sin embargo, la creación de los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC) en un contexto de la descentralización y el principio de subsidiariedad, es un impulso clave y debe ser vinculado con articulaciones fuertes a nivel comunal, involucrando a la sociedad civil a través de los Comités Ambientales Comunales, las Juntas de Vecinos, otras organizaciones y empresas. Es a nivel regional y comunal —con planes y proyectos coordinados, coherentes a nivel territorial, actualizados periódicamente, y con seguimiento y financiamiento— que las medidas deben ser formuladas e implementadas. Estos planes y proyectos deben basarse en una amplia y transparente participación, incorporando el cambio climático en las prácticas cotidianas en las ciudades y sus entornos para así generar mayores niveles de resiliencia en la sociedad a través de la reducción de vulnerabilidades y desigualdades producidas en la ciudad por localización, grupo socioeconómico, género, etnicidad y grupo etario. Estos factores socioculturales son esenciales para promover ciudades bajas en carbono y con capacidad adaptativa para enfrentar los impactos esperados.

En materia de movilidad, se destaca el uso excesivo del automóvil como una causante importante de problemas profundos en nuestras ciudades más allá de las emisiones asociadas. Así, varias de las metas asociadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas —en especial el ODS 11, «Ciudades y comunidades sostenibles»— se alcanzarán más rápidamente si se reduce el uso del automóvil (salud, congestión, calidad del aire y uso de energía). Así, el futuro de la movilidad sustentable requiere reemplazar fuertemente el uso del automóvil por transporte público, caminata y bicicleta. Para que esto sea factible, es necesario tener ciudades suficientemente compactas y potenciar la intermodalidad con el transporte masivo.

Avanzar hacia una movilidad urbana sostenible exige poner atención no solo en el sistema de transporte, sino también en cómo las distintas actividades están distribuidas en la ciudad. Por este motivo, se propone en

primer lugar implementar instrumentos estratégicos como un plan de reducción de gases de efecto invernadero para cada ciudad, que sea coherente con las metas de carbono neutralidad del país; medidas de tarificación carbónica, que internalicen el costo de las emisiones y las incluyan en la evaluación social de proyectos de transporte; la implementación de una ley de movilidad, siguiendo la experiencia internacional, que permita reducir los kilómetros recorridos por vehículos motorizados, priorizar el transporte público y no motorizado, y promover la transformación de la flota vehicular a tecnologías que no emiten gases efecto invernadero.

Respecto de los edificios, estos consumen gran cantidad de energía en calefacción y enfriamiento. En el caso de edificios residenciales, es necesario aumentar los estándares obligatorios relacionados con su desempeño térmico, lo que permitiría reducir un conjunto de deficiencias constructivas que afectan el confort ambiental y que se asocian con diversas enfermedades que aquejan a aquellos que los habitan. Al mejorar el desempeño térmico de las viviendas, sería posible reducir el uso de leña en las regiones de O'Higgins hasta Aysén y reducir la ocurrencia de enfermedades respiratorias en niños y personas mayores. Varias ciudades de estas regiones han sido declaradas saturadas por superar ampliamente las concentraciones máximas reguladas de material particulado en la atmósfera. La combustión de leña es un importante contribuyente de carbono negro en el aire, el que se ha identificado como unas de las causas del deshielo de los polos y de la nieve de las montañas. En Chile, contamos con experiencias exitosas de implementación de estándares térmicos residenciales que debiesen extenderse a todo el territorio. Es también técnica y económicamente posible que viviendas sociales puedan alcanzar altos estándares de desempeño energético, ofreciendo confort y buena calidad de aire interior a sus ocupantes, y al mismo tiempo incorporar fuentes de energía renovables para acondicionamiento térmico y disponibilidad de agua caliente, logrando energía neta cero en su operación.

Para los edificios no residenciales del país (oficinas, comercio, servicios públicos, industria) no existe regulación que limite sus consumos de energía para climatización e iluminación. Es perentorio que estos edificios cumplan con estándares mínimos de desempeño energético y ofrezcan condiciones ambientales adecuadas a sus ocupantes, lo que exige una regulación obligatoria. Se propone avanzar también hacia edificios de energía neta cero considerando las diversas condiciones climáticas del país, adoptando un código de edificación para ello. Finalmente, se propone establecer indicadores de emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO_2eq) en el ciclo de vida de los edificios nuevos y en las intervenciones en ediciones existentes.

Respecto de los residuos, Chile necesita una gestión integral que fomente la reducción, reúso, reciclaje y recuperación de energía previo a su disposición final. Se propuso una Política Nacional de Residuos 2018-2030, que considera la elaboración de decretos y reglamentos para implementar gradualmente la Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje (Ley REP). Actualmente, se cuenta con un sistema efectivo en el registro de emisiones, que establece en términos generales los tipos y volúmenes de residuos generados en Chile enunciando su tipo de tratamiento con cobertura nacional, incluyendo sus implicancias sanitarias. Es importante mejorar su potencial para la realización de análisis y facilitar el acceso a esta información. Asimismo, se deberían explorar nuevas aproximaciones y tecnologías alternativas a la disposición final en rellenos, que permitan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, así como la creación de inventarios por tecnologías. Lo anterior permitirá el diseño de un adecuado sistema de medición, reporte y verificación. Adicionalmente, es necesario aumentar la trazabilidad de productos considerando su materialidad y su conversión a desechos. Esto permitiría estimar los flujos de materiales que pueden ser revalorizados, y las oportunidades para la creación de economías circulares locales. Finalmente, se propone crear instrumentos económicos que disminuyan el flujo de residuos hacia la disposición final, de modo que se internalice el costo social asociado.

En cuanto a infraestructura y espacios verdes, nuestras ciudades han enfrentado los riesgos socionaturales y la gestión del agua urbana a través de infraestructura gris, es decir, con alcantarillado, canalizaciones y muros de contención entre otros. Sin embargo, ante los escenarios pronosticados de cambio climático en temperatura y precipitaciones, se hará imprescindible un cambio de paradigma y foco. Para ello, se deberán elaborar planes estratégicos y proyectos públicos con inversiones y obras que dispongan de infraestructura verde. Estas inversiones deberán focalizarse en proteger las áreas de biodiversidad urbana, dotar de resiliencia al borde costero, restaurar ríos urbanos y cursos de agua, así como mejorar la gestión de las aguas lluvias y la seguridad de la infraestructura sanitaria.

Además, será necesario definir estándares para proyectos de infraestructura verde en parques urbanos y revalorizar el espacio público con vegetación urbana como soporte para la adaptación al cambio climático, esto implica la adecuación de las especies vegetacionales a los climas y, sobre todo, a las nuevas condiciones de riesgo. La elaboración de planes maestros y proyectos estratégicos de infraestructura verde en áreas metropolitanas y urbanas también deberá incluir medidas de protección, gestión y monitoreo del arbolado, junto al fortalecimiento de la gobernanza ambiental.

Las inversiones en infraestructura verde traerán beneficios permitiendo reducir las brechas en infraestructuras entre Santiago y el resto de las ciudades del país, combinando la diversidad de ecosistemas que disponemos como ríos, humedales, lagunas, lagos, entre otros, con la tradicional infraestructura gris para innovar en el tratamiento de las aguas residuales y aguas lluvias; y en particular, poder reducir los efectos de inundaciones y anegamientos tan recurrentes, por ejemplo, en las ciudades de la zona central.

En relación con los riesgos de desastre, se prevé que los eventos climáticos extremos serán más frecuentes e intensos en el futuro cercano, afectando a nuestras ciudades y principalmente a aquellas comunidades más vulnerables y menos preparadas. Pese a los aprendizajes y a los avances realizados para abordar estos eventos, aún se requiere mayor planificación para adaptar nuestras ciudades (infraestructura y edificios) y nuestra sociedad a los efectos del cambio climático. Para ello, se necesita mejorar los mecanismos con los cuales observamos, evaluamos y comprendemos los riesgos, y se requiere fortalecer la coordinación intersectorial, invertir en resiliencia y mejorar la preparación, respuesta, recuperación, rehabilitación y reconstrucción.

La forma en que comprendemos las amenazas, exposición y vulnerabilidad debe ser sistematizada mediante el catastro, la caracterización y la construcción de escenarios, que permitan un mejor entendimiento para la toma de decisiones. En este documento se propone un plan para el sistema de monitoreo que permita mejorar la capacidad de análisis y definición de escenarios de riesgo. Esta información debe alimentar un protocolo unificado de alerta temprana y apoyar el desarrollo tecnológico de instrumentos que permitan el aviso oportuno. Además, para enfrentar los desastres, se propone la creación de una guía operativa para los planes de emergencia, así como un plan de acción para fortalecer las capacidades de las comunidades y documentar las lecciones aprendidas. Otro aspecto que requiere énfasis es la planificación de la habitabilidad transitoria (albergues y viviendas transitorias), que en muchos casos se extiende por años y tiene un efecto de mediano a largo plazo en las ciudades. Finalmente, se propone incorporar acciones directas que promuevan la infraestructura y edificaciones resilientes, desde la preparación de guías metodológicas para el análisis y diseño resiliente hasta guías para el desarrollo de los estudios multirriesgo para formular instrumentos de planificación urbana (IPT). Estos instrumentos son, en definitiva, los que pueden transformar nuestras ciudades, por lo cual un plan de acción para capacitar a las autoridades, profesionales y encargados de su implementación será el camino para lograr un enfoque integral de la reducción de riesgo de desastre en sus distintas escalas, territoriales y temporales.

Existe abundante evidencia de que la salud de la población se ve afectada por el deterioro del aire, agua y alimentos producto de las alteraciones meteorológicas asociadas al cambio climático. Para avanzar en el reconocimiento de la vulnerabilidad de nuestro país ante el cambio climático y en pos de reducir dicha vulnerabilidad, se hace imperativo definir cuáles son las áreas geográficas y temas de salud de interés de modo de caracterizarlas y estimar correctamente su impacto en salud pública. El Ministerio de Salud (Minsal) debiese jugar un rol preponderante para fomentar acciones que promuevan la salud en el contexto del cambio climático, con un fuerte foco intersectorial. Temas que debiesen formar parte de una agenda de trabajo son las islas de calor urbanas, estudios nacionales para el establecimiento de líneas base sobre indicadores de medio ambiente y salud, estudios sobre el comportamiento de enfermedades vectoriales, las cargas de enfermedad o demandas de salud. En esta agenda se podría contar con una colaboración activa de la academia en su ejecución y donde la contraparte técnica debiese estar a cargo del Departamento de Epidemiología del Minsal.

De igual forma, se establecen diversos cursos de acción para desarrollar, implementar y complementar acciones y programas para una vigilancia sanitario-ambiental referida a temas de calidad del aire, agua y alimentos, de manera de prevenir peligros químicos y microbiológicos. Dichos procesos incluyen, además, la vigilancia de enfermedades y condiciones asociadas al clima, algunas que aún no figuran en los procesos de análisis actuales del Minsal. Finalmente, se abordan brechas existentes en el fomento y desarrollo de programas educativos referidos a salud urbana y otras acciones complementarias respecto a participación de la comunidad y a poblaciones vulnerables.

Chile tiene un compromiso cierto, ineludible y urgente en lo referido a salud ambiental en el contexto de las evidentes variabilidades climáticas que presenta nuestro país, por sus condiciones geográficas, meteorológicas, productivas y demográficas. Sin embargo, siendo el cambio climático un determinante de salud, es fundamental su integración con la perspectiva de los determinantes sociales de salud, los que suman varias vulnerabilidades más a cada una de las comunidades que habitan nuestro país. De esta manera, el cambio climático y su abordaje integral con políticas multisectoriales se constituye en un deber ético para Chile.



Introducción

Chile es uno de los países más urbanizados del mundo en una de las regiones más urbanizadas del planeta. Por consecuencia, las ciudades de Chile son fuente de muchas de las emisiones que generan el cambio climático, y están sujetas también a los impactos negativos derivados de ello. Los edificios generan 30% de emisiones de gases de efecto invernadero y los sistemas de transporte entre 25% y 30%. Durante este siglo, son las ciudades, sus ciudadanos y sus autoridades quienes van a tener un rol relevante en cómo se enfrentará el cambio climático. Debemos insistir en la importancia de priorizar la emergencia climática en la planificación y gestión urbana. El aumento en la resiliencia urbana y la reducción en la vulnerabilidad deben tener como pilares centrales el combate a la desigualdad y segregación urbana, y considerar factores de diferenciación como los de género, etnicidad y etarios, incorporando a la ciudadanía a través de mecanismos claros de conscientización y participación.

Este informe apunta a medidas que se deben desarrollar en el corto plazo, adaptado a cada ciudad considerando sus particularidades, de forma de iniciar un proceso de construcción de resiliencia que promueva actividades urbanas bajas en carbono. En el caso chileno necesitamos ciudades adaptadas a sus entornos cordilleranos o costeros, áridos o lluviosos, y donde estén dadas las condiciones para una transición hacia ciudades basadas en energías renovables, que permitan mitigar el cambio climático y reducir la contaminación atmosférica local como beneficio.

La importancia de las ciudades y el cambio climático ha sido un tema central en las discusiones del cambio climático durante una década. En los noventa y 2000, el énfasis se puso en los procesos de mitigación a través de los cambios en las matrices de energía, industria y transporte. El Protocolo de Kioto de 1997 creó un mecanismo para reducir los gases de efecto invernadero a nivel internacional, con instrumentos de mercados de carbono, implementación en conjunto y desarrollo limpio. A la vez, hubo preocupación sobre los impactos en sectores productivos como la agricultura, forestal y pesca. Sin embargo, el foco en territorios específicos —en vez de sectores estratégicos— surgió después. Cuando se formó el C40 —una agrupación de alcaldes comprometidos con estrategias locales frente al cambio climático— en 2005, se inició una nueva forma de combatirlo desde autoridades subnacionales. Fue un paso muy importante, y organizaciones como Local Governments for Sustainability (ICLEI) y World Resources Institute (WRI) han sido claves en apoyar a dichas autoridades con metodologías, metas y medidas. Hoy en día tenemos miles de iniciativas originadas desde autoridades urbanas locales para mitigar y adaptar que se complementan con las estrategias y políticas nacionales que han surgido a través de los compromisos nacionales frente a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

Existe acuerdo internacional en que las ciudades del mundo requieren sus propios planes de cambio climático, que son adaptados a sus contextos y relevantes para las condiciones de sus habitantes. Mientras que C40 tuvo, desde su inicio, un fuerte enfoque en los temas de mitigación, la adaptación ha tomado más fuerza durante la última década en reconocimiento a las vulnerabilidades que existen en las ciudades frente a aumentos del nivel del mar, inundaciones y deslizamientos, islas de calor y confort térmico, acceso a agua, entre otras. La Carta de Adaptación de Durban (eThekweni), lanzada en COP17 en 2011, apunta a la urgencia de medidas de adaptación a nivel local y hoy cuenta con más de mil ciudades firmantes. Los compromisos de la Carta incluyen la importancia de información adecuada para los procesos de planificación, el rol de los ecosistemas como infraestructura verde, las sinergias entre medidas de mitigación y adaptación, y atención a comunidades vulnerables y un desarrollo económico sustentable.

Experiencias de planes y medidas se encuentran en los informes de evaluación del IPCC (AR4 y AR5 en particular), pero la falta de énfasis en ciudades llevó a Cynthia Rosenzweig y otros (2011) a publicar un informe de evaluación enfocado en ciudades y cambio climático exclusivamente (ARC3.1); y posteriormente, en 2018, un segundo informe (ARC3.2). La clave de estos informes es que se ajustan a las realidades de las ciudades y sus temas de planificación y gestión: riesgos y desastres, diseño y espacio público, transporte, residuos, energía, agua, salud, ecosistemas y biodiversidad, vivienda e informalidad, economía y financiamiento. En este sentido, el mensaje es claro: cómo integrar los desafíos en las políticas, planes y prácticas urbanas en vez de tratar el tema de cambio climático en forma aislada. La importancia de la integración también fue destacada en el informe especial de la IPCC sobre eventos extremos (IPCC-SREX, 2012), donde los traslapes entre desarrollo, riesgos y desastres, y cambio climático fueron enfatizados como parte de la misma dinámica y no como universos separados. Estos mismos temas fueron levantados el 2016 en Habitat III en Quito, cuando el cambio climático fue priorizado como elemento de la Nueva Agenda Urbana (NAU) para los próximos veinte años (2016-2036). El Plan de Acción Regional para la implementación de la NAU destaca la vulnerabilidad frente al cambio climático como uno de los cuatro elementos principales, con la pobreza, la inseguridad y violencia, y la inequidad social y territorial.

Así como a nivel internacional, en Chile existe una serie de documentos que se han desarrollado desde hace más de una década, que vinculan la situación territorial en diversas temáticas desde una mirada de cambio climático. Si bien desde una perspectiva general las guías para estos documentos se han basado en las convenciones y marcos internacionales, estos informes se caracterizan por establecer temas prioritarios de acción tanto en adaptación como en mitigación al cambio climático. En términos urbanos, se declaran ciertas líneas de acción que se definen como áreas claves sobre las que se debe pensar al momento de generar propuestas para las ciudades, entregando medidas con distintos niveles de detalle. Estos documentos forman la base de las medidas presentadas en este informe.

En Chile, la relación entre los lineamientos nacionales en política y planes, y las experiencias locales de las ciudades donde reside el 90% de los chilenos han sido pocas y solo recientemente desarrolladas. El Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades (PACC Ciudades) fue aprobado en 2018, pero aún no ha sido implementado. A la vez, hay iniciativas realizadas a través de Adapt-Chile y la Red de Municipios frente al Cambio Climático, proyectos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (programa Ciudades Emergentes y Sostenibles en La Serena-Coquimbo, y Puerto Montt), un proyecto de la Fundación Rockefeller (Santiago Humano y Resiliente), y financiamiento de investigación para generar medidas (el proyecto Clima-Adaptación-Santiago CAS y el proyecto MAPA en Santiago, y la Subsecretaría de Desarrollo Regional Subdere en Valdivia). A pesar de la falta de progreso a nivel urbano desde 1996 cuando Chile formó el primer comité de cambio climático, existe evidencia de la incorporación de ciertos desafíos urbanos en otros instrumentos (políticas y planes), en particular desde el primer PANCC I. Los temas urbanos comentados en estos documentos son resumidos en las próximas secciones y forman la base para el trabajo de integración, actualización y priorización realizado en este documento.

PLAN DE ACCIÓN NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

El Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, que cuenta con dos versiones (PANCC I, 2008- 2012 y PANCC II, 2017- 2022), integra a escala nacional la urgencia que supone el cambio climático en las políticas públicas. El PANCC I si bien aborda diferentes temáticas –como el transporte, contaminación del aire y agua, zonas costeras, las problemáticas urbanas– no profundiza mayormente en propuestas vinculadas a las ciudades como unidad territorial.

Por otro lado, el PANCC II, aún vigente, ratifica los compromisos de Chile con los acuerdos climáticos internacionales adquiridos en los años anteriores, hace hincapié y detalla propuestas de líneas de acción y medidas para una reducción de la vulnerabilidad climática del país fomentando tecnologías limpias y renovables. En temas urbanos, el documento establece medidas de adaptación, mitigación y gobernanza que guardan relación con la movilidad, transporte, planificación del territorio, urbanización y edificación sustentable, infraestructura pública, uso de la energía y sistema de abastecimiento de agua.

Un punto importante que trata el PANCC II sobre ciudades es la elaboración del PACC Ciudades (ya en vigencia desde 2018, pero no implementado), que acentúa la urgencia de coordinación y gestión intersectorial entre las distintas escalas de planificación urbana, instando a los tomadores de decisión a «fortalecer la ca-

pacidad de respuesta de las ciudades y sus habitantes ante las amenazas climáticas, minimizando impactos negativos, y propiciando sinergias entre acciones de mitigación y adaptación, abordando integralmente la problemática» (PANCC II, 2017).

En este sentido, el PANCC II enfatiza la idea que las ciudades constituyen un motor esencial de cambio para que el desarrollo y buen funcionamiento de las actividades se vinculen de manera transversal con las propuestas de cambio climático, pues «avanzar hacia una ciudad sustentable considera también la gestión eficiente de la energía, el manejo de los recursos naturales y los residuos; y por consiguiente, una reducción de la generación de emisiones de gases de efecto invernadero» (PANCC II, 2017). El éxito de las medidas propuestas depende directamente de la revisión constante de los procesos de monitoreo y evaluación, pues ello permite asegurar su apropiada implementación y adecuación a los escenarios climáticos futuros. Sin embargo, los mecanismos de seguimiento no son claros, y el financiamiento del plan y sus medidas no se ha explicitado. En el caso de PANCC I había una evaluación de medio término que mostraba un déficit en la mayoría de los ámbitos de acción y en los dos temas urbanos en particular.

Uno de los focos principales de los PANCC ha sido la mitigación, y en el proyecto MAPS (Opciones de Mitigación para enfrentar el Cambio Climático, 2012), financiado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y el Plan Pro-Movilidad, hay evidencia de la importancia de las transformaciones urbanas bajas en carbono. MAPS tuvo el objetivo de generar, analizar y validar información con respecto a las trayectorias de emisiones de gases de efecto invernadero en Chile, basado en una metodología aplicada en Sudáfrica entre los años 2005-2008 (MAPS, 2012). El documento final de MAPS indica las tres fases en donde el objetivo principal se centró en contribuir a la toma de decisiones sobre mitigaciones de gases de efecto invernadero para avanzar hacia un desarrollo bajo en carbono. De este modo, se presentan diversas propuestas y escenarios de acción en base a los resultados definidos, con proyecciones a 2020, 2030 y 2050. Se propone generar acciones concretas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero principalmente en los sectores transporte, generación eléctrica y forestal.

Iniciativas que se relacionan con MAPS, para concretar en el contexto urbano, incluyen el Plan Pro-Movilidad Urbana que surgió del trabajo de la Comisión del mismo nombre en 2014. Este se estructuró en siete áreas de intervención para enfrentar los problemas de congestión vehicular que atraviesan las ciudades, las que menciona como «la principal enfermedad de las ciudades». Prioriza la promoción del uso del transporte público: disminución del uso del automóvil privado y el mejoramiento de las condiciones de movilidad para peatones y ciclistas. En conjunto con diversas instancias participativas, la comisión tuvo por objeto analizar el problema de la congestión vehicular en las principales ciudades del país, para generar una propuesta de estrategia y medidas que permitan a las autoridades de gobierno pensar desde una perspectiva innovadora y coherente el problema de la movilidad, con «mejores posibilidades de accesibilidad a oportunidades y a una mejor calidad de vida» de la población (PPM, 2014). Cuando el beneficio de controlar el transporte urbano para reducir congestión y contaminación se relaciona con la mitigación de gases de efecto invernadero, el vínculo entre prioridades de un plan de acción de cambio climático con iniciativas de mejoramiento urbano se hace más evidente. Los objetivos se resumen en planificación integrada del uso de suelo y de la movilidad urbana; privilegio al transporte público masivo; desincentivo o racionalización de modos privados individuales de transporte; promoción del uso de modos no motorizados de transporte; una nueva cultura de la movilidad urbana; nuevos marcos de política pública y normativa; y un nuevo marco institucional para la gobernanza metropolitana.

Otra área de emisión de gases de efecto invernadero es la gestión de residuos, y en este campo, la Ley REP y la Política Nacional de Consumo y Producción Sustentable como parte de la promoción de la economía circular tienen relevancia. Debido a las cantidades de residuos orgánicos generados en los centros urbanos, existen opciones de controlarlos mejor para reducir las emisiones de metano, o de transformar el metano en biogás para generación eléctrica. Dado que los productos orgánicos cumplen un rol clave en la alimentación saludable de la población y que la gestión de sus residuos tiene un rol relevante en la emisión de gases de efecto invernadero, se propone explicitar el manejo de residuos orgánicos domésticos, de ferias y otros puntos comerciales, y también de la producción agrícola —de animales en particular— en los planes urbanos.

En términos de adaptación, el tema de salud es clave debido a las transformaciones potenciales en mortalidad y morbilidad asociadas con el cambio climático en distintas localizaciones. El Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Salud (PACC Salud), elaborado en 2016 por el MMA, forma parte de los nueve planes sectoriales que se encuentran bajo el alero de la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

Además, forma parte de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para recopilar y construir perfiles de clima y salud en diversos lugares del mundo. Así como otros informes, este plan permite organizar las medidas y acciones de la política pública con el objetivo principal de minimizar el

impacto según vulnerabilidades existentes, y de proteger la salud de las personas. Visualizar las problemáticas en salud pública que permiten y mantienen condiciones de vulnerabilidad en la población vinculados al cambio climático es un punto de inicio, y hay énfasis en el trabajo en conjunto con diversos sectores —las instituciones públicas, privadas y cívicas— para abordar este tema de forma eficiente. Mientras que el Minsal es el encargado de atender las urgencias asociadas, se requiere la incorporación de diversas perspectivas que contribuyan a propuestas transversales e integrales.

Este plan articula una serie de medidas que responden principalmente a los eventos hidrometeorológicos extremos y otros eventos climáticos, como las olas de calor que en los últimos años han sido más difíciles de manejar por los gobiernos. Pues «los cambios en la frecuencia y severidad de los eventos físicos afectan los riesgos de desastre, pero también lo hacen los patrones espacialmente diversos y temporalmente dinámicos de la exposición y la vulnerabilidad» (PACC Salud, 2016). Estas medidas responden en primera instancia al reforzamiento de la institucionalidad y del capital humano, vigilancia, promoción de la salud a la ciudadanía, estudios, respuesta ante emergencias, atención en salud y disminución de vulnerabilidad.

La ocurrencia de estos eventos impacta principalmente en el suministro de alimentos, abastecimiento de agua, concentración de contaminantes atmosféricos, y no menos importante, en la distribución de enfermedades de transmisión vectorial. Existen estudios en el territorio nacional que establecen una serie de impactos en salud poblacional que se refieren a un aumento de enfermedades diarreicas infecciosas, aumento de lesiones y defunciones, aumento de trastornos psicológicos, variaciones en las áreas de distribución y frecuencia de zoonosis y enfermedades vectoriales, aumento de enfermedades cardiorrespiratorias y alérgicas, crisis de salud en personas vulnerables (por edad, clase, género y exposición), entre otros (PACC Salud, 2016).

Por esto, los desafíos en temas de salud son enormes y requieren el fortalecimiento de la capacidad de respuesta de las instituciones estatales en su conjunto, y de coordinación con otras instituciones. Esta capacidad de respuesta debe ser formulada de manera organizada para disminuir las graves consecuencias que ya está teniendo la emergencia climática en la salud de las personas, no solo a nivel de los afectados, sino que también en términos de infraestructura y personal médico en los diversos centros de atención, donde las deficiencias existentes agudizan la vulnerabilidad a la que se encuentra sujeta la mayor parte de la población en Chile.

PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA CIUDADES

El PACC Ciudades (2018-2022) propone lineamientos de adaptación para ciudades frente al cambio climático, fortaleciendo la capacidad de respuesta a nivel urbano para mejorar la equidad territorial. Además, constituye un marco de adaptación para el cambio climático que establece ejes considerando los escenarios de las distintas ciudades del país. A pesar de su título, este plan también incorpora medidas de mitigación, por eso es efectivamente un plan de acción urbana transversal más que un plan de adaptación per se.

Luego de la COP21 en 2015 y que el IPCC pusiera el foco en las ciudades, en 2016 el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático generó este plan proponiendo una serie de líneas de acción y medidas que consideran el carácter sistémico de las ciudades y, a la vez, intentan cubrir la multiescalaridad de la gestión territorial, apelando a un alto nivel de coordinación pública. Esto en base a diversos documentos internacionales y nacionales (por ejemplo PANCC I y II, y los Informes de Evaluación del IPCC) que tratan sobre la urgencia de integrar la temática de cambio climático en la planificación urbana de una manera integral.

Si bien el PACC Ciudades hace una amplia mención a medidas de adaptación ante el cambio climático, expone también la importancia de la correlación que tiene con medidas de mitigación, aunque consideren escalas temporales distintas, ya que son complementarias y no excluyentes. Se considera a los asentamientos urbanos como receptores de las principales transformaciones climáticas que afectan actualmente a la población, como la exposición a situaciones de vulnerabilidad, eventos extremos, el deterioro de infraestructura y entrega de servicios. Sin embargo, son estos mismos espacios los que consumen aproximadamente el 78% de la energía del planeta y generan el 70% de las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que abordar a los centros urbanos dentro de la planificación se convierte en una acción crucial del Estado.

Las ciudades de Chile según la CMNUCC poseen seis de las nueve condiciones de vulnerabilidad climática, como contar con zonas áridas, sequías, contaminación urbana, desastres, zonas costeras y ecosistemas frágiles, por lo que el cambio en la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos se acelerará dadas estas características. Se enfatiza que la vulnerabilidad de los centros urbanos en el país debe ser contextualizada en función de los componentes sociales, en donde se relevan elementos etarios, económicos, materiales y de género.

Se declara en el PACC Ciudades la repercusión de diferentes informes internacionales¹ como nacionales² que constituyen las bases para respetar y cumplir los compromisos aceptados, ya que traspasan los límites de las políticas nacionales. Este informe es parte de la continuidad que existe en todos los instrumentos de cambio climático, mientras que se van consolidando respuestas adecuadas en contextos altamente diversos.

Desde 2017 existen los CORECC, lo que representa un avance importante. Sin embargo, cada ciudad debe contar con dicha instancia —un comité— que aborde la emergencia climática, representando los intereses diversos de sus habitantes y actividades. Este comité debe ser facilitado por la alcaldía o alcaldías respectivas y debe identificar los riesgos en forma participativa, acordar formas de prevenir su manifestación y mitigar sus impactos en las comunidades. La próxima elección directa de gobernadores (Ley 21.073), en conjunto con la elección directa de consejeros regionales desde 2013, genera una situación propicia para un liderazgo desde lo local y lo regional, en la lucha contra la emergencia climática y la adaptación a este fenómeno. Estos representantes deben manifestar su posición y propuestas en campañas que permitan a la ciudadanía elegir sus representantes según su comprensión y compromiso para enfrentar la urgencia de este asunto y actuar. El ámbito del medio ambiente debe constituirse en una nueva dimensión de responsabilidad regional como parte de la descentralización del Estado (Ley 21.074), y la emergencia climática debe ser un eje central de dicha agenda.

El objetivo general, en el corto plazo, es que todas las ciudades de Chile cuenten con un plan de cambio climático vinculado claramente con los ámbitos de planificación y gestión cotidiana a nivel local. El cambio climático es un factor transversal en el desarrollo urbano en el contexto periurbano y regional, que afecta a todos de distintas maneras según distintos factores entre los que se destacan la topografía, climatología, morfología, niveles socioeconómicos, grado de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. Estos planes locales deben responder con precisión a su contexto específico, asegurando una integración y transversalidad del plan como parte del ejercicio de actividades y prácticas de los ciudadanos, los funcionarios y las autoridades locales.

DESDE LA VULNERABILIDAD HACIA LA RESILIENCIA

Frente a los impactos, hay tres factores claves en la población que influyen en términos del grado de vulnerabilidad respecto a ellos. La sensibilidad se refiere a temas como condiciones de salud preexistentes y factores etarios, como la situación de personas de la tercera edad o menores. Así, la sensibilidad implica que la población urbana, debido a sus características demográficas y de salud, no van a experimentar los impactos de la misma forma, por eso la necesidad de contar con medidas sensibles a estas diferencias. El segundo es exposición, donde la localización de las personas también influye en el grado de impacto potencial. Exposición en término de viviendas de zonas de riesgos o en zonas donde se concentran impactos, por ejemplo el borde costero o en áreas urbanas con elementos que acentúan las temperaturas barriales, significa que las zonas o barrios de la misma ciudad van a experimentar los impactos de distintas maneras. Finalmente, las formas de prepararse frente a los impactos, o después de ellos, está condicionada por la capacidad adaptativa del individuo, el hogar o la comunidad. Los factores que influyen en la capacidad adaptativa son múltiples e incluyen elementos socioeconómicos y culturales. Es por eso que —frente a la lentitud de avances en reducir exposición y apoyar grupos con alta sensibilidad— las opciones de aumentar la capacidad adaptativa han sido promovidos. El término que cubre gran parte de este proceso de fortalecimiento ha sido resumido en el concepto de resiliencia.

Una comunidad o localidad más resiliente al cambio climático cuenta con una mejor capacidad para enfrentar el impacto y recuperarse de sus efectos. Dichas capacidades incluyen educación y conciencia, actividades de preparación y alerta temprana, prácticas acordadas frente a la amenaza misma, y claridad frente a las respuestas posteriores para retornar a la situación de normalidad con mayor rapidez. La construcción de

1 Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) y la Nueva Agenda Urbana (Habitat III).

2 Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe (CAF, 2014); Proyecto CAS; Adaptación Urbana al Cambio Climático: Propuesta para la adaptación urbana al cambio climático en capitales regionales de Chile (MMA, CEDEUS, CCG, Adapt-Chile, 2014); Propuesta de un portafolio de medidas para elaborar el plan de adaptación al cambio climático para la infraestructura (MMA, CCG, CIGIDEN, 2014); Asesoría en evaluación de riesgos de infraestructura costera en un contexto de cambio climático (MOP, 2015); Evaluación de término del Plan de Acción Nacional de Cambio climático 2008-2012 (MMA, 2014); Evaluación Económica del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático; y Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980-2010) y proyección al año 2050 (MMA, INFODEP, 2016).

esta resiliencia debe ser central en los planes de acción urbanos para asegurar que la ciudadanía tenga plena conciencia de los impactos potenciales y las medidas necesarias, en distintos momentos del evento o durante un período largo, por ejemplo, la sequía.

Otro factor mucho más desarrollado en otros países de América Latina es lo de la seguridad alimentaria frente al cambio climático, en donde los espacios naturales y productivos deben ser resguardados para la producción de alimentos de consumo local, no solamente en forma intensiva por exportación. Por eso la importancia de incorporar consideraciones de alimentación en forma transversal en los planes de cambio climático, en particular en planes de agua, biodiversidad, pesca y agricultura, pero también en los efectos sobre cadenas alimenticias en zonas urbanas.

Hay tres aspectos socioculturales que son clave en reconocer que los impactos del cambio climático no afectan a todos por igual, aunque se trate de la misma localidad: grupo socioeconómico, género y etnicidad. Es fundamental que los planes de acción sean explícitos en reconocer estas diferencias y en adaptar las medidas acorde con estos factores.

En relación con el tema de género y en cómo se abordan las problemáticas de cambio climático desde esta perspectiva, existen varias instituciones internacionales que desde hace más de veinte años han intentado integrarlas en el trabajo de planes y políticas sobre desarrollo sustentable. Una de ellas es la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que a través de ONU Mujeres plantea el empoderamiento de mujeres y niñas mediante una acción intensificada sobre la igualdad de género para avanzar hacia el desarrollo sostenible para 2030. Se propone a través del ODS 5, «Igualdad de género», luchar en contra de las principales violencias históricas y cotidianas que experimentan las niñas y mujeres. Las condiciones estructurales que surgen en términos de inequidad y desigualdad en el acceso a la educación, mercados, formación y tecnologías, reafirman la posición y los roles de las mujeres en la reproducción de una condición de pobreza.

En el Reporte 49 del IPCC (2019) se dio a conocer un borrador de políticas sobre el tema de género donde se explicitan acciones, tareas, roles, responsabilidades específicas para desarrollar una discusión en torno a las problemáticas actuales entre género y cambio climático. Aunque este documento aún se encuentra en preparación, está resultando muy similar al informe anterior, pero centrándose en el rol de las mujeres en la investigación. Asume que si bien durante largos años se ha buscado la forma de integrar no solo el tema, sino que también formas de abordar los desequilibrios de género, sigue existiendo una subrepresentación de autoras en los informes de la organización, en las mesas de trabajo y en liderazgos. Aunque se ha visto un cambio, pasando de 10% en 1990 a 30% en 2019, en lo que se refiere a mesas de trabajo y a posiciones de liderazgo.

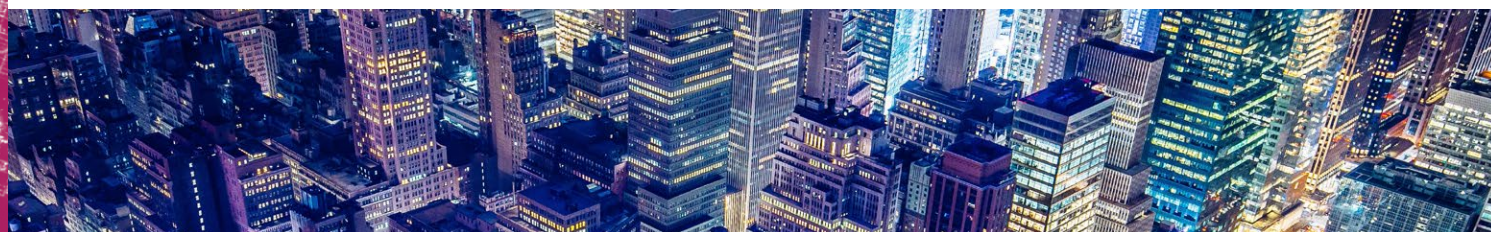
Por último, existe literatura con perspectiva feminista que invita a repensar la relación de las mujeres con el cambio climático, que declara una mirada más crítica frente a los roles y la conexión con la naturaleza y sus dinámicas. Al igual que los informes mencionados con anterioridad, hace referencia a que las condiciones de las mujeres pueden variar según clase social, existen situaciones en donde las desigualdades tienen una base estructural, como las labores de cuidado y principalmente de reproducción y sobrevivencia de sus familias. Así, establece que la vulnerabilidad de las mujeres ante cualquier tipo de desastre suele ser mayor por el tiempo que se quedan en sus hogares atendiendo necesidades no solo propias, sino que de todo el grupo familiar. «Las mujeres mueren porque ante un evento de desastre climático se encargan de salvar a todo sus cercanos» (Oswald, 2019), es decir, existe un compromiso familiar y comunitario antes que individual.

La perspectiva de género en la implementación de recomendaciones y propuestas ante efectos de urgencia climática es crucial, atendiendo principalmente a las prácticas y las experiencias cotidianas que se desarrollan entre las mujeres, la naturaleza y el espacio que habitan. Como plantea Schnabel (2014): «Se debe evidenciar cómo mujeres, poblaciones indígenas y sistemas locales de conocimiento han sido silenciados y marginalizados históricamente en la construcción de presupuestos, narrativas y representaciones sobre el cambio ambiental global». Si bien esta línea argumentativa adquiere relevancia en lo pragmático, no es posible olvidar la diferenciación social en el vínculo con el cambio climático, como el género, la sexualidad, la raza, edad y clase social. Por ello, acciones que contribuyan a mejorar la forma de implementación de las medidas de resiliencia, mitigación y adaptación al cambio climático con perspectiva de género deben considerar el carácter colectivo y desde los márgenes. En este sentido, hay paralelos y traslapes importantes con los factores indígenas. En el contexto urbano donde reside la gran mayoría de indígenas en Chile, este factor influye en sus prácticas cotidianas, desde la calefacción por leña en las ciudades del sur hasta sus conocimientos respecto a los desastres y sus causas.

Desde el Quinto Informe de Evaluación (AR5) en el Grupo de Trabajo II (WGII) se aborda el tema indígena de forma explícita, con un reconocimiento de los límites de profundidad de estas consideraciones debido a las relaciones complejas contextuales e históricas de los indígenas y la relación con sus territorios y sus asentamientos. Recién en agosto de 2019, el IPCC declaró el rol fundamental de los indígenas en la protec-

ción y salvaguarda de los bosques del mundo, principalmente en Latinoamérica. La declaración presenta seis recomendaciones sobre cómo los formuladores de políticas pueden apoyar este compromiso, el que debe extenderse desde los gobiernos, los que a través de políticas vinculadas al cambio climático deben reconocer y proteger los derechos de las comunidades locales indígenas sobre sus territorios, prácticas y experiencias económicas, sociales y culturales. En el contexto urbano, donde los riesgos de inundaciones y deslizamientos en muchos casos están relacionados con la vegetación periurbana y los cambios en los flujos fluviales por cambios en el uso de suelo río arriba, estas condiciones de cuenca donde hay mucha presencia de comunidades indígenas requieren un trato no solamente técnico, sino sociocultural.





Propuestas de cada submesa

GOBERNANZA

Más de la mitad de la población mundial vive en ciudades y este porcentaje llegará a dos tercios en 2050. Para enfrentar el cambio climático esta perspectiva de crecimiento es muy relevante, porque las ciudades concentran importantes actividades generadoras de gases de efecto invernadero además de concentrar los principales riesgos (Brenner, 2013). Chile, con 90% de su población viviendo en ciudades de diversos tamaños, ya lidera esta tendencia que afectará a la mayoría de los países en los años venideros. Cómo respondemos a estos desafíos puede servir no solo a los chilenos, sino también a un planeta buscando soluciones complejas para problemas «malditos» (Rittel *et al.*, 1973). La crisis climática es un buen ejemplo de un problema maldito, ya que involucra múltiples factores dinámicos que hacen impredecibles (e imposibles de medir en muchos casos) los resultados de las medidas que aplicamos para resolver. De hecho, existe un riesgo importante de que medidas parciales puedan empeorar en vez de mejorar la situación original.

Abordar las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático requiere un esfuerzo colectivo que exige la plena participación de los actores urbanos: ciudadanos, gobiernos locales, empresas, organizaciones de la sociedad civil, y centros de educación e investigación. Actualmente, esta integración de voluntades está lejos de observarse, más bien lo que prima son decisiones desintegradas, ya sea sectorial o geográficamente. Por eso, hay que repensar los modos de gobernanza en las ciudades para enfrentar los riesgos climáticos y las oportunidades que pueden surgir, de forma anticipada y planificada.

Las ciudades son nodos en una red de actividades que cubren todo el territorio, por eso hay que entenderlas como generadores de demanda —para alimentación, energía, agua, y materiales— y como fuentes de contaminación —de aire, agua y suelo— cuyo flujo circula hacia fuera de la ciudad depositando desechos y residuos de la vida urbana. Por ende, las ciudades no deben ser concebidas como islas. Son nodos en redes complejas que vinculan áreas rurales, áreas marinas, la atmósfera e incluso otros países. Neil Brenner nombra este fenómeno como «la urbanización planetaria». Tal vez, el elemento más relevante de las ciudades es que el impacto del cambio climático sobre la mortalidad y morbilidad es más evidente debido a la concentración de población.

Los temas centrales del cambio climático —mitigación, adaptación y vulnerabilidad— se entrecruzan en torno a un denominador común, la gobernanza urbana. Una gobernanza que, en el caso de las ciudades chilenas, ha mostrado ser una y otra vez ampliamente inadecuada para abordarlos. Así, no sorprende que el tema de la gobernanza haya tomado un rol cada vez más protagónico en los debates sobre las metas a seguir para enfrentar el cambio climático, y sobre la definición de responsabilidades y designación de recursos para ejecutar medidas que permitan alcanzar estas metas. En cada paso para enfrentarlo, la institucionalidad, la ciencia, la difusión, educación y capacitación, la selección de medidas, su financiamiento y su implementación, requiere complejos procesos de toma de decisión. Sin un sistema de gobernanza transparente, democrático y bien articulado hasta la ciencia más completa y el plan más sofisticado no llega a puerto y no tendrá los impactos deseados.

Para empezar, es importante definir lo que se entiende por gobernanza y en particular por gobernanza frente al cambio climático. El concepto de gobernanza surgió durante los años noventa en reconocimiento a la apertura que experimentaron muchos países desde los ochenta en adelante en términos del cambio en los roles del Estado, las empresas y la sociedad civil. Hasta los ochenta, lo que predominaba en el discurso sobre

políticas públicas, planes y proyectos era un concepto de gobierno con un fuerte liderazgo del Estado. Sin embargo, en esa década la incorporación de empresas en la provisión de servicios sociales, cubriendo ámbitos de responsabilidad pública a través de privatizaciones —como el suministro de energía, agua, vivienda, e infraestructura—, da cuenta de una fuerte transición en la gobernanza estructurada en torno a un nuevo pensamiento de economía política. En el plano de la gobernanza urbana-regional, desde los setenta en adelante, surgieron importantes movimientos ciudadanos, quienes se oponían a una política de autopistas urbanas por el impacto que generaban en poblaciones de menores ingresos al obligarlas a desplazarse, fenómeno que se dio en Estados Unidos con la población afroamericana (Susskind et al., 1983; Ladd, 2008). Políticas urbanas que fueron demostrando con el tiempo el imperativo de pasar del «gobierno» a un sistema de «gobernanza», que entendía el poder como algo que requería reglas y una participación ciudadana democrática y vinculante. El desarrollo urbano fue un ámbito muy importante en este respecto. En el plano de asociaciones público-privadas surge el llamado *new public management* (nueva gestión pública) (Hood, 1991). Mientras tanto, en el ámbito de la planificación urbana, surgen una serie de trabajos liderados por Tandler (1998) que exploran lo que sería el *good governance*, reforzado en el plano de la sustentabilidad social por estudios de estos temas en relación con las ciudades y su capacidad de gestionar el cambio (Stren et al., 2000). Hábitat II en Estambul en 1996 y la Cumbre de Desarrollo Sustentable en Johannesburgo en 2002 fueron foros clave para promover esta lógica de política y gestión urbana alrededor del mundo. En la última cumbre sobre temas urbanos (Hábitat III en Quito en 2016), el concepto de gobernanza fue establecido como pilar de la declaración y sus recomendaciones.

Con una genealogía tan variada en cuanto a las disciplinas de estudio, no sorprende que existan variaciones considerables en las definiciones sobre gobernanza. En el tema de gestión urbana, Patsy Healey, una de las teóricas más destacadas, observa que el término reconoce que la autonomía de un gobierno formal no está fija, sino se negocia a lo largo del tiempo a través de las «redes activas de relaciones que conectan a las agencias gubernamentales con las empresas y los hogares» (Healey, 1997, 2006).

Es clave la definición que aplica Healey en cuanto a los «sistemas de gobernanza», que son los procesos que una comunidad aplica para manejar sus asuntos comunes. Involucra reglas de comportamiento y de asignación de recursos, medidas para defender la sociedad frente a alguna agresión, y otras para distribuir equitativamente el bienestar, además de aportar al desarrollo económico (Healey 2006: 306).

Grindle (1996, 2000, 2007) es una de las personas que más ha estudiado la evolución de las instituciones relevantes en América Latina, donde la «buena gobernanza» surge muy asociada a procesos de descentralización en México, Brasil y otros países. Para Grindle, no solo refleja las funciones de la estructura de relaciones intergubernamentales sino, además, es el resultado de nuevas oportunidades y recursos, y el surgimiento de nuevos liderazgos y opciones, influenciados por la historia cívica y las instituciones del pasado, que tienden a levantar barreras pero también facilitar innovaciones según el manejo local. Así, la gobernanza, especialmente en su versión latinoamericana, refleja la conjugación de cuatro factores esenciales, la competencia política de las nuevas olas democratizadoras, el Estado emprendedor, la modernización del sector público y el activismo de la sociedad civil.

De esta forma, surgen en Chile los temas de «participación ciudadana» tratados desde los sesenta en otros países, particularmente en los trabajos sobre urbanismo-activismo de Henri Lefebvre, Jane Jacobs y John Friedmann. Emergen con fuerza durante los noventa, con la transición hacia una nueva democracia, como la demanda por una participación no solamente consultiva, sino vinculante. «Ciudad Participativa es una ciudad en la que se promueve la libre participación de todos sus habitantes, generando un sentido de pertenencia no excluyente que mejora la cohesión social y las interacciones culturales como base de sociedades plurales, multiculturales y vivas».³

En Chile, el Estado reconoce a las personas el derecho de participar en sus políticas, planes, programas y acciones (Ley 20.500, artículo 69). Esta ley establece cuatro mecanismos obligatorios de participación: consejo de la sociedad civil, cuentas públicas participativas, consultas ciudadanas y acceso a información relevante, nos hemos dado el tiempo de evaluar qué tan participativos, inclusivos, abiertos y transparentes son los mecanismos usados por las distintas instituciones del Estado.

Uno de los doce principios de la Política Nacional de Desarrollo Urbano, promulgada en Chile el 2014, se refiere explícitamente a la necesidad de una gestión participativa en el capítulo de institucionalidad y gobernanza, «la actual institucionalidad fragmentada, reactiva, centralista e informativa debe avanzar hacia una integrada, planificada, descentralizada y participativa».

3 Nueva Agenda Urbana (NAU), Hábitat III, Quito 2016.

Es importante reconocer que en el debate sobre gobernanza urbana existe una diversidad de opciones para enfrentar los desafíos de cada contexto socioeconómico, físico y político. No hay recetas en términos de lo que funciona (operativo) y lo que debe existir (normativo), ya que la gobernanza urbana es una construcción sociopolítica basada en dimensiones históricas, además de elementos de contexto. Esa diversidad se observa no solo alrededor del mundo, sino incluso dentro de los mismos países. Al distinguir distintas formas de gobernanza, no solo son relevantes las estructuras y los instrumentos, sino también el financiamiento y los grados de autonomía, el liderazgo político y la coordinación entre estamentos gubernamentales, sociedad civil y sector privado.

Jon Pierre (2011) nos ofrece cuatro articulaciones dominantes en la gobernanza urbana para agrupar esa variedad de experiencias. La «ciudad gestionada» (*managerial city*) se refiere a la idea central de la Nueva Gestión Pública, con su foco en eficiencia y la incorporación de la empresa privada en la provisión de servicios. Otra es la «ciudad corporativista», que busca aumentar los espacios de decisión e involucramiento de distintos grupos de interés, para enriquecer las dimensiones políticas y evitar reducir la discusión a opciones técnicas. La «ciudad procrecimiento» enfatiza el crecimiento económico por sobre todo, con la expectativa de que las ganancias en términos de inversión e ingresos generen alternativas de consumo de bienes y servicios. Finalmente, la «ciudad de bienestar», también teorizada por algunos de los pensadores más importantes de la planificación (Friedmann, 1991 y 1992; Douglass *et al.*, 1998; Fainstein, 2010), involucra la tradición del Estado como proveedor de los servicios urbanos básicos con énfasis en sistemas de redistribución para aumentar la equidad. Si bien hay pocos modelos puros de estas cuatro opciones de gobernanza urbana, se pueden categorizar ciudades por ciertos tropos dominantes. En el caso chileno, la ciudad de bienestar fue reemplazada por la «ciudad procrecimiento» en los setenta y muchas dimensiones de la «ciudad de gestión» desde los noventa.

Adicionalmente, para Friedmann y Fainstein en el plano de la gobernanza urbana y metropolitana son particularmente importantes los trabajos sobre planificación «colaborativa» como una estrategia diversa y efectiva para gestionar ciudades y áreas metropolitanas con toda su multiplicidad de intereses, incluso entre la misma ciudadanía. Es así como el tema de la «participación ciudadana» se radica en las teorías y prácticas de la democratización, permitiendo una mayor eficiencia en el uso de los recursos y una mayor efectividad en cuanto a las decisiones (Innes *et al.*, 2010), planteamiento sostenido también por estudios de otras disciplinas, particularmente los trabajos de Przeworski *et al.* (2003, digital 2005).

En el plano de la gobernanza para la sustentabilidad, emergen temas de barreras institucionales que dificultan transiciones hacia nuevos sistemas de vida más «sustentables» según las diversas definiciones que existen para estos, siendo particularmente importante el pensamiento de Geels *et al.* (Kemp *et al.*, 2004; Geels, 2012, 2014), junto con Bulkeley (2005). Geels se ha especializado en transiciones desde el sistema de «automovilidad», concepto que fue desarrollado originalmente por Urry, entre otros (Sheller *et al.*, 2000; Beckmann, 2001; Urry, 2004), hacia un sistema de movilidad y energización urbana baja en carbono. Este autor enfatiza los patrones de innovación sistémica, donde las primeras innovaciones tienden a surgir primero en pequeños nichos sociales o económicos, para luego, si tienen éxito, ir formando una serie de parches (*patchwork*) que, eventualmente, en el caso de completar la transición, constituyen un nuevo «paisaje» de políticas públicas, programas y proyectos insertos en una nueva institucionalidad.

Similarmente, Bulkeley (2003, 2005, 2011) en una serie de trabajos destaca la importancia de los cambios en distintos «niveles» del sistema, normalmente relacionados con las escalas de la gobernanza urbano-regional. Junto con otros autores (Broto *et al.*, 2013) caracteriza a la gobernanza del cambio climático como una serie de experimentos que parten como intentos por «reconfigurar» los sistemas «sociotécnicos» para lograr ciudades bajas en carbono y resilientes. Una clave central es la «mantención» de un experimento, más allá del cambio inicial, de forma que además permita catalizar otros cambios a lo largo del sistema urbano-regional.

Desde la perspectiva que nos entregan estos estudios, en el contexto de la realidad chilena destacan dos desafíos centrales. El primero es cómo lograr una descentralización democrática, financiera y territorial de la gobernanza del país frente a una centralización que se consolidó en extremo durante la dictadura militar y que recién comienza a evolucionar hacia un sistema que otorga mayores poderes a los gobiernos regionales. El segundo es cómo integrar plenamente a la ciudadanía en la toma de decisiones claves para el país. Mientras desde hace décadas en ciudades de las democracias más consolidadas se ha logrado institucionalizar la participación de manera significativa y bastante eficiente, Chile se ha mostrado reacio a hacer más que convocar, de tiempo en tiempo, a eventos que, en el mejor de los casos, se pueden considerar «informativos», aunque a veces ni siquiera responden las múltiples preguntas de la ciudadanía, técnicos y profesionales. Por lo tanto, frente a esta emergencia climática, la gobernanza urbana es un nuevo desafío para una planificación y desarrollo urbano-regional, que sigue muy poco desarrollada en un sistema neoliberal, y con un Estado



subsidiario, que sigue siendo el marco constitucional de toda la institucionalidad chilena. Evidentemente, el clima siempre ha sido un factor clave en el desarrollo urbano. Basta pensar en cómo influyen los estilos de arquitectura, la gestión del agua y sistemas de saneamiento, la gestión de residuos o los modos de movilidad. Sin embargo, los efectos asociados al cambio climático que estamos presenciando producto del aumento de los gases de efecto invernadero y la rapidez con que estos cambios están ocurriendo, obligan a que muchas ciudades deban enfrentar nuevas condiciones con consecuencias muy importantes para su ciudadanía (ficha 1.3). Estas condiciones incluyen aumentos de temperatura, aumento del nivel del mar y cambios en patrones de precipitación, entre otros. Asimismo, los compromisos globales por reducir estas emisiones obligan a las ciudades a modificar patrones de consumo, movilidad, disposición de residuos, etcétera. Todo lo anterior implica que la gobernanza urbana tiene que integrar estas condiciones en sus procesos de toma de decisiones. También significa que no se trata solamente de reestructurar procesos gubernamentales, sino de diseñar procesos que involucren a privados y a organizaciones de la sociedad civil, o que incorporen actores de estos distintos grupos en acciones conjuntas.

En el caso de Chile existen rezagos que conllevan riesgos significativos junto con la oportunidad de reforzar los gobiernos regionales, demanda bastante consensuada entre la ciudadanía de regiones, dirigentes políticos, sus principales actores públicos y privados, e incluso muchos expertos basados en la capital del país. Esta oportunidad es particularmente importante de aprovechar, ya que las regiones generalmente reflejan de forma bastante interesante zonas geográficas y ecosistemas con mayor compatibilidad y comunalidad entre sí. Mientras que desde Santiago es muy difícil gestionar un lugar con un clima, una historia y aspiraciones tan diversas como las de Punta Arenas; desde la región de Magallanes no solo se entiende con mucho mayor profundidad, sino que se pueden potenciar sincronizaciones y suplir debilidades con un manejo a esa escala regional.

Riesgos climáticos	Impactos directos en las ciudades
Aumento del nivel del mar	Inundaciones y desplazamientos de la población.
	Inundaciones costeras y mayores tormentas.
	Erosión costera y pérdida de tierras.
	Aumento de las capas freáticas y problemas de drenaje.
	Incremento de la salinidad de los ambientes costeros.
	En las actividades económicas y de ocio.
Eventos extremos	Daños en las infraestructuras, los medios de vida, tormentas de viento, lluvias torrenciales, inundaciones, olas de calor y sequías, aumento en la intensidad de los ciclones tropicales.
Uso de la energía	Cambios en la demanda energética en invierno y verano.
	Aumento del uso del aire acondicionado llegando a producir apagones.
Disponibilidad de agua	Disminución de las precipitaciones y de las aguas subterráneas, limitando la disponibilidad de agua.
	El retiro de los glaciares reduce el suministro de agua urbana.
	Aumenta la demanda de agua producto del aumento de las temperaturas.
	Reducción de la calidad del agua debido a la baja de las corrientes de los ríos.

Tabla 1. Ciudades frente al cambio climático.
Fuente: Fernández (2020), elaboración y traducción, basado en Bulkeley (2013: 21).

Una interrogante que surge es cómo la estructura de la gobernanza urbana debiera adoptar el cambio climático. Parece razonable considerar que más que constituir un campo específico, debiera adoptarse como una dimensión transversal a todos los sectores de la política pública y la vida urbana. Una adecuada analogía es la incorporación de políticas de género en que es necesario incluirla en todos los aspectos de la vida urbana, pero manejado a veces como un campo específico para relevar su importancia. Sin embargo, es importante observar que esta estrategia de «integración» de políticas de género a menudo deriva en descuidos al no tener ninguna instancia a cargo de su implementación.

Cada asentamiento humano, cada gobierno regional, pero también cada comuna, ciudad y área metropolitana requiere un plan de acción para enfrentar los desafíos asociados al cambio climático con el nivel de detalle que corresponde a su escala. En este sentido, se aumentan los riesgos, baja la eficiencia y se reduce la efectividad al estructurar estos planes en torno a sectores, como se suele hacer a nivel global o nacional. Para aumentar la efectividad y la eficiencia es central lograr planes que integren transporte, movilidad, residuos y servicios ecológicos, por ejemplo, ya que tienen impactos y ganancias-pérdidas (*trade-offs*) muy significativas entre sí. Como consecuencia, las acciones frente al cambio climático deben trascender al PANCC II) o a planes sectoriales —en este caso el PACC Ciudades— e incluir medidas tomadas por diversos actores, en forma individual y colectiva.

Uno de los desafíos más complejos de la gobernanza urbana es cómo asegurar una coordinación de medidas para asegurar respuestas consistentes y coherentes en el contexto de cada ciudad (fichas 1.1 y 1.10). De todas maneras, a nivel local, ciudades como Londres, Toronto o Portland (para citar ejemplos de tamaños y características diferentes) han logrado una mayor coordinación al ubicar bajo un concejo municipal o metropolitano elegido una autoridad sociotécnica de planificación capaz de coordinar y compatibilizar temas sociales, de medio ambiente y de participación ciudadana. Para esto cuentan con una gran diversidad de herramientas como parte habitual de la gobernanza urbana, incluyendo los llamados QUANGOS o cuasi ONG, instituciones lideradas por ciudadanas y ciudadanos, quienes se encargan de supervisar y transparentar la gestión del transporte, de la vivienda social, de los servicios sociales para menores, etcétera.

Cada ciudad requiere su propio plan de cambio climático debido a las notables diferencias por tamaño, población, actividad económica, condiciones socioeconómicas, calidad de la vivienda e infraestructura, y áreas verdes, entre otros factores. Central para los planes exitosos es un proceso de «visionar», que permite establecer objetivos amplios con una participación ciudadana muy diversa, que luego se va traduciendo con mayor facilidad en políticas, programas y proyectos. Un nudo crítico en la planificación urbana en Chile es la brecha entre el conocimiento teórico y la posibilidad de llevarla adelante adecuadamente. En Chile se trabaja con premisas que suponen que el actuar del mercado en muchos ámbitos evita la planificación. Así, por ejemplo, un «plano» ciclovial o un simple listado de proyectos basta para considerarse un «plan». En realidad, cualquier plan requiere objetivos consensuados con una mayoría de la población para simplificar su entendimiento e implementación para luego transformarse en políticas, programas o proyectos que no solo deben incluir fechas de realización y presupuestos, sino también etapas de monitoreo y evaluación.

Ciudades como parte del problema del clima	Ciudades como parte de la solución
<ul style="list-style-type: none"> En 2010 la mitad de la población vivía en ciudades. Entre 2000 y 2010 el número de habitantes de asentamientos informales en países en desarrollo aumentó de 767 millones a 828 millones. La cifra podría alcanzar los 889 millones en 2020. Al 2030 cerca de 5 billones de la población mundial vivirá en ciudades. Las ciudades se han desarrollado históricamente en localizaciones que pueden ser vulnerables al cambio, incluyendo áreas costeras y de ríos. La rápida urbanización está creando significativos desafíos urbanos que se verán incrementados por el cambio climático. En las ciudades se llevan a cabo actividades económicas y sociales que producen emisiones de gases de efecto invernadero. Las ciudades (pequeñas y grandes) producen entre el 40 y el 70 % de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero globales. En 2030 más del 80 % del aumento en la demanda anual de energía en el mundo por encima de los niveles de 2006 procederá de las ciudades en países en vías de desarrollo. 	<ul style="list-style-type: none"> Los municipios tienen un mandato democrático de la población local para abordar temas que afectan a la ciudad. Los municipios tienen una historia abordando temas de desarrollo climático sustentable. Los municipios pueden servir de «laboratorio» para evaluar las propuestas innovadoras. Las autoridades municipales pueden tomar parte en sociedades con actores del sector privado y la sociedad civil. Las ciudades representan a varios actores del sector privado con compromisos cada vez mayores para enfrentar al cambio climático. Las ciudades tienen espacios en los que la sociedad civil se reúne para tratar el tema del cambio climático. Las autoridades municipales tienen la responsabilidad de ocuparse de aquellas actividades que produzcan emisiones de gases de efecto invernadero en el ámbito local.

Tabla 2. Ciudades como problema y solución frente al cambio climático.

Fuente: Fernández (2020), elaboración y traducción basado en UN Habitat (2011: 39) y Bulkeley (2013: 8).

A estos sistemas de planificación general aún muy poco desarrollados en Chile, tenemos que agregarle un PACC para cada ciudad-región del país y otro a nivel nacional. Este plan requiere un diagnóstico de las vulnerabilidades y medidas concretas asociadas a la mitigación de emisiones, y a la adaptación y desarrollo resiliente frente al cambio climático. Estas medidas deben incluir educación y capacitación, información y alerta temprana, cambios de hábitos y alimentación, reflexiones sobre tipos de infraestructura y materiales usados, nuevos patrones de movilidad y mecanismos de financiamiento con plazos y responsabilidades asociadas. En Chile, los nuevos Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC) ya tienen la obligación de promover el desarrollo de estos planes en asociación con las autoridades municipales (Ficha 1.2).

Varios municipios chilenos (59 a la fecha) han dado los primeros pasos para aumentar su resiliencia frente al cambio climático, con el apoyo de la ONG Adapt-Chile, en el marco de la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático. Estos municipios han creado planes de cambio climático que cuentan con procesos de concientización, identificación de amenazas con perfiles climáticos y el desarrollo de medidas en planes locales (ficha 1.5). Estas medidas van desde promover el uso de bicicletas al uso de agua en espacios públicos. Otras experiencias a nivel de administración pública local incluyen el proyecto CAS, desarrollado durante el período 2009-2012 con financiamiento del gobierno alemán, que generó una propuesta de catorce medidas en colaboración con la SEREMI de Medio Ambiente RMS y el GORE RMS (con la participación de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Chile y la Asociación Helmholtz en Alemania); los planes para La Serena-Coquimbo y Puerto Montt con financiamiento BID a través de su iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles (CES) (2016-2018); la estrategia *Santiago Humano y Resiliente* de la RMS con financiamiento de la Fundación Rockefeller (2015-17); un diagnóstico de cambio climático para la ciudad de Valdivia para SUBDERE (2013-14, IDOM-UCT); y el proyecto MAPA con apoyo de CIDER Canadá para proponer iniciativas para la cuenca del Río Maipo.

Más allá del contenido de cada proyecto, lo más importante a destacar es que varios de ellos incorporaron la gobernanza como pilar central, contaron con gobiernos locales que fueron participantes claves y tuvieron la participación de otros grupos de interés a través de mesas redondas. En este sentido, estos proyectos trascienden un enfoque solamente técnico basado en medidas que surgen de la evidencia científica en tanto se constituyen como espacios de diálogo entre posiciones políticas, prioridades, financiamiento, roles y responsabilidades, y ciencias básicas y sociales.

Mientras que Adapt-Chile ha liderado el esfuerzo por comunicar la importancia de los planes de cambio climático a nivel local, también hay un trabajo interesante realizado por empresas y organizaciones de la sociedad civil que aportan en este campo. Las empresas a cargo de infraestructura, residuos, energía y agua urbana han tenido que incorporar consideraciones de cambio climático en su planificación debido al gran impacto de la megasequía durante la última década. Dichos factores han incidido en empresas multinacionales como ENEL (por ejemplo, movilidad eléctrica) y Aguas Andinas (por ejemplo, construcción de infraestructura para asegurar suministro), y también en empresas medianas y pequeñas, en rubros como servicios de áreas verdes y agricultura periurbana. En consideraciones de mitigación, la transición hacia energías renovables no-convencionales, movilidad eléctrica y tracción humana implica repensar la ciudad urbano-industrial de antaño con infraestructura nueva (por ejemplo, ciclovías, estacionamiento de bicicletas y puntos de recarga eléctrica) y priorización del espacio urbano (por ejemplo, vías exclusivas, corredores ambientales y convivencia vial). Similarmente, hay muchos componentes de los planes de transporte y movilidad regional, particularmente en Concepción y Temuco-Padre Las Casas, que buscan transicionar hacia una mayor sustentabilidad del transporte. En educación, el requisito de certificación ambiental de escuelas abre un camino con mucha potencialidad para reforzar la comprensión y las prácticas sustentables entre profesores y estudiantes (ficha 1.8). Así también, algunos programas han demostrado ser convocadores positivos de voluntades pro sustentabilidad al involucrar en un solo programa a planificadores y políticos municipales con comunidades escolares insertas en territorios, además de Juntas de Vecinos y otras organizaciones locales.

Un freno a este desarrollo ha sido la incapacidad de los ministerios nacionales para consolidar estas iniciativas dentro de la misma institucionalidad y no solo como actividades aisladas. En el caso del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, el no reconocer las bicicletas como parte del sistema de transporte público ha hecho difícil implementar una política de bicicletas públicas, bicitaxis, bicicargas y otros servicios que son particularmente aptos para distancias cortas en ciudades medianas y pequeñas de regiones. La resistencia a la integración bici-bus también ha limitado la utilidad del transporte público, que es poco amistoso a los viajes de cuidado realizados principalmente por mujeres. En situaciones de urgencia, como surgen en Santiago cuando por ejemplo falla el Metro, esta falta de integración bici-bus se hace mucho más aguda al aumentar la distancia que deben caminar los usuarios para acceder a una estación de Metro o a un paradero en un troncal de buses (Sagaris *et al.*, 2017; Sagaris *et al.*, 2018), con un importante impacto en la equidad.

Cada iniciativa en esta transición hacia la ciudad baja en carbono requiere de espacios de diálogo y negociación para llegar a acuerdos entre vecinos, usuarios, ONG, empresas y administraciones públicas. Este diálogo debe reconocer la tensión que inevitablemente existirá entre las empresas y formas de consumo en la ciudad (por ejemplo, el automóvil privado) propias de un modelo actualmente en profundo cuestionamiento, y las presiones desde sectores que exijan nuevos enfoques que implicarían cambios de hábito y espacio físico, y de regulaciones e instrumentos para facilitar la transición (ficha 1.6).

Esta multiplicidad de intereses y posiciones influyen en determinar la velocidad y profundidad de los cambios, y el grado de politización y conflictos asociados. Los conflictos urbanos ya conocidos en Chile —en los campos de movilidad e infraestructura, densificación y espacio público— están casi todos relacionados, de forma directa o indirecta, con temas de mitigación y adaptación al cambio climático. A pesar de no contar con planes de cambio climático en la mayoría de las comunas urbanas de Chile, se puede decir que todas las decisiones tienen efecto sobre vulnerabilidad y resiliencia, como concluye el informe especial del IPCC sobre adaptación a eventos extremos y desastres (2012). El informe vincula el tema de cambio climático con la agenda de riesgos y desastres con consideraciones amplias de desarrollo. Más que el cambio climático como una problemática aislada, es un fenómeno que se fusiona con otras dimensiones de la planificación y gestión de la ciudad. La intersección de eventos climáticos y de desastre, con aspectos de vulnerabilidad y exposición urbana, es fundamental en la comprensión del desarrollo urbano y los contextos de riesgo en el siglo XXI.

Desde salud pública y educación surgen oportunidades que pueden apurar transiciones en este sentido. Flyvbjerg (2001) ofrece un poderoso marco para aplicar las ciencias sociales a los problemas reales de la sociedad, con toda la riqueza de métodos y discursos que posibilitan, estableciendo la importancia de unir los conocimientos basados en teorías universalistas (*episteme*) y la visión *tekno* o tecnocrático con un tercer elemento que él llama *phronesis* (*phronesis*), o ética. Así, se «aterriza» los primeros en una deliberación que define los valores de forma pragmática, variable, dependiente del contexto.

En este sentido, estudios recientes, particularmente asociados a la teoría de prácticas cotidianas (Shove *et al.*, 2012), ofrecen marcos teóricos que pueden potenciar transiciones más rápidas y profundas al trabajar simultáneamente la conducta individual con la cocreación de valores colectivos, políticas, planes e instituciones *ad hoc*. Mientras muchos esfuerzos por cambiar conductas se han quedado con el paradigma de «marketing social» del siglo pasado, estas nuevas miradas permiten enfocarnos en varios temas estratégicos simultáneamente. Esto se logra con cuatro preguntas relativamente sencillas que nos permiten identificar potenciales caminos de cambio sistémico: ¿Cómo emergen, subsisten y mueren las prácticas sociales? ¿Cuáles son los elementos materiales u otros que sustentan estas prácticas? ¿Cómo una práctica, como por ejemplo transportarse en bus o auto, atrae usuarios? y ¿cómo se generan, renuevan y reproducen elementos, prácticas y vínculos entre ellos?

Por décadas, el foco en el debate de cambio climático estuvo puesto en la ciencia y en medidas concretas de mitigación (principalmente); y más recientemente, en adaptación. Sin embargo, no existía claridad respecto a la «agencia» o a quienes debían actuar para implementar los planes y evaluar sus impactos, o el cambio de hábitos y de consumo. Al menos durante la última década, ha habido un fuerte énfasis en la necesidad de reflexionar sobre la gobernanza para responder en forma eficaz a los desafíos que la ciencia identifica con tanta claridad. Mientras que durante los noventa existía mucho énfasis en el rol de los gobiernos nacionales y sus obligaciones frente a la CMNUCC, el rol de los gobiernos regionales y locales en asociación con la sociedad civil y el sector privado ha sido prioritario desde 2010 al menos, y son varias las ciudades latinoamericanas que han aportado conocimientos e innovaciones claves para esta transición (Brugmann, 2009) (ficha 1.3).

La Política Nacional de Desarrollo Urbano, aprobada en el 2014, no se refiere explícitamente al cambio climático, pero podemos distinguirlo en los objetivos del ámbito 3 de Equilibrio Ambiental, que en su introducción señala:

Los asentamientos humanos y productivos deben desarrollarse de forma sustentable, equilibrada con el medio natural, reconociendo y valorando los sistemas en que se insertan. Las ciudades son importantes consumidoras de energía y de agua, así como grandes generadoras de emisiones hacia la atmósfera, hacia los cuerpos de agua y también de contaminación de suelos. Su forma de relacionarse con el medio natural y su desarrollo tienen efectos que deben ser resueltos en función del necesario progreso del país, del bien común y de los intereses de los habitantes de cada ciudad y centro poblado.

En este ámbito se encuentran objetivos específicos orientados a la valoración de la masa vegetal y el ecosistema urbano (Obj 3.1.6), generar estándares y guías de diseño para la arborización urbana (Obj. 3.1.7),

gestionar eficientemente los recursos naturales, energía y residuos (Obj. 3.3), prevenir la ocupación irregular del territorio, especialmente en bordes costeros, marítimos, lacustres y fluviales (Obj. 3.5.3), y fomentar la movilidad urbana a través del uso compartido del espacio público (Obj. 3.6) (PNUD, 2014:41-47).

La organización internacional ICLEI (Gobiernos Locales por la Sostenibilidad), que reúne administraciones locales para iniciar acciones frente a los desafíos ambientales en general y el cambio climático en particular ha sido clave. Otras iniciativas importantes de redes de gobiernos locales incluyen el C40, fundado en 2005 y ahora con casi cien ciudades participantes, y las cien «ciudades resilientes» de la Fundación Rockefeller, con Santiago participando en ambas instancias; mientras que el gobierno regional firmó la Carta de Adaptación de Durban que reúne más de mil autoridades locales. Estas iniciativas de los gobiernos locales indican los esfuerzos que existen en ciudades seleccionadas para enfrentar la mitigación y la adaptación. Además, son iniciativas que requieren una amplia participación de diversos grupos de interés, desde las empresas de servicios hasta las comunidades más vulnerables.

En su último informe de evaluación en 2014, el IPCC dedicó una sección considerable a los temas de gobernanza y planificación para la adaptación en el capítulo 8 de Áreas Urbanas (Grupo de Trabajo II) (Revi *et al.*, 2014), mientras que las consideraciones de mitigación urbana se encuentran en los capítulos 7 (energía), 8 (transporte), 9 (edificación), y 12 (asentamientos humanos, infraestructura y planificaciones espacial del informe del grupo de trabajo III).

En el campo de la mitigación, es en el capítulo 12 donde hay más discusión sobre la gobernanza a nivel de la ciudad. Esta discusión incluye consideraciones sobre el comportamiento individual (confort, limpieza, comodidad) para influir en la demanda de energía y los servicios de infraestructura urbana, pero enfatiza el tema de la planificación territorial y la relación entre ella y la planificación de transporte. En esta área hay consideraciones sobre la capacitación de funcionarios a cargo de estos procesos (ficha 1.7), también sobre la corrupción y largas demoras en los procesos, pero principalmente lo que surge es la preocupación por la coordinación multiescalar, multisectorial y multiagente (público, privado, y de la sociedad civil). Apunta a la necesidad de generar instituciones metropolitanas capaces de enfrentar estas debilidades e instrumentos de financiamiento adecuado para ejecutar las medidas. Estos instrumentos incluyen, entre otros, transferencias centrales, impuestos territoriales, pagos por congestión y por estacionamiento, y multas por contaminación. En el caso de Chile, la transferencia de competencias en planificación territorial, transporte y medio ambiente a nuevas autoridades regionales y metropolitanas es un esfuerzo positivo en esta línea, donde el rol de los CORECC es clave.

Un trabajo reciente de investigadores del CEDEUS identifica una lista de medidas claves que permitirían avanzar en una institucionalidad y un sistema de gobernanza más efectivo para enfrentar el cambio climático (Sagaris *et al.*, 2020):

1. Descentralización real y democrática de i) recursos, ii) poderes, iii) elecciones/obligaciones de los gobiernos regionales y locales, junto con la transferencia de poderes ejercidos por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu, Servio, Seremi), el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), y otros a los equipos a los gobiernos regionales y mecanismos sencillos y eficientes que fomentan la colaboración intercomunal e interregional.
2. Reconocimiento de una sola Junta de Vecinos en cada unidad vecinal, como socio activo y con los recursos adecuados para ejercer un rol importante, democrático y ciudadano en la gestión territorial.
3. Eliminación de la figura actual del Director de Obras Municipales, Dirección de Tránsito y Transporte Público y su reemplazo con un puesto profesional sujeto a la supervisión del Consejo Municipal y el Consejo Comunal de Organizaciones de la Sociedad Civil (COSOC) de la comuna.
4. Exigir Estudio de Impacto Social (incluyendo evaluaciones de género, equidad y de salud) y Ambiental, con participación ciudadana garantizada y de buena calidad en toda etapa. Esto debiese ser válido para todo proyecto urbano-regional de cierta envergadura, especialmente intervenciones en zonas urbanas densamente pobladas y áreas verdes cuyos servicios ecológicos deben ser de primera prioridad para la resiliencia de las ciudades chilenas frente al cambio climático. Estos deben contar con el apoyo y la aprobación formal de las principales organizaciones ciudadanas de cada territorio afectado.
5. Pautas generales basadas en la protección ambiental y social desarrollados a nivel nacional, para guiar y proporcionar recursos para apoyar decisiones locales y regionales sobre la construcción, uso, operación de infraestructura relacionada con el transporte, incluyendo los estacionamientos, para favorecer el transporte sustentable (caminata-bici-bus). Unidades Operativas de Control de Tránsito bajo la autoridad municipal (ciudades) y/o regional (áreas metropolitanas), y respondiendo a las autoridades democráticamente elegidas.

Esta propuesta es consistente con las recomendaciones del informe de adaptación del IPCC, que prioriza cuatro elementos claves. El primero es la coordinación entre niveles de gobernanza, entre la ciudad, región, nación y redes internacionales. En este momento, al no contar con gobiernos regionales elegidos, falta una pieza conectora clave capaz de plantear las prioridades propias de cada región.

El segundo es el *mainstreaming* de la adaptación en forma transversal para todos los sectores, para asegurar beneficios (por ejemplo, mejoras en niveles de contaminación local a través de iniciativas de movilidad que buscan reducir gases de efecto invernadero). Al crear una capacidad de integración de gestión territorial al nivel regional, y reforzar las capacidades comunales y barriales (juntas de vecinos), se crea la agencia humana necesaria para armar agendas creíbles y responsabilizarse por su implementación (ficha 1.9).

El tercero es la promoción de asociatividad entre distintos grupos de actores para mejorar los procesos de aprendizaje, capacitación y acción (por ejemplo, apoyando acciones a nivel de hogar, y el rol del sector de seguros en inversiones y hábitos), aspecto también reforzado por las recomendaciones de la tabla. En este sentido, tanto las recomendaciones que enfocan la importancia de comités locales y regionales para gestionar los PACC y los Planes ProMovilidad ofrecen un camino claro y ampliamente validado en todo el país.

Finalmente, las redes de investigación, transferencia de conocimiento y experiencias entre ciudades, son esenciales para mejorar los diagnósticos, instrumentos y medidas. Esto requiere aumentar la inversión en el desarrollo de conocimiento como busca la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo) en el plano práctico o la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt) a nivel científico. En este sentido, Chile podría aprender e incluso avanzar más allá de las experiencias de otros países, creando un Consejo de Investigación Interdisciplinar para enfocar la gran variedad de métodos, prácticas y marcos teóricos y conceptuales que requerimos para avanzar en diferentes aspectos de una adaptación exitosa al cambio climático. El informe internacional también subraya la importancia de la gobernanza para un tema clave, el financiamiento. Hoy, importantes «planes» y «proyectos» de infraestructura no son objeto de debate local ni nacional según su envergadura. Tampoco, en el caso de las redes solo bus o trenes, redes cicloviales o peatonales cuentan con fechas definidas para su plena implementación, y menos con el financiamiento requerido. Esto contrasta con los abultados montos asignados, sin mayor debate público, al transporte no sustentable, particularmente autopistas.

Un sistema de gobernanza es central para consensuar objetivos que permiten evaluar y optar entre diferentes prioridades, uso del espacio, de recursos financieros y naturales; para definir responsabilidades, montos y plazos, y por sobre todo para monitorear, constantemente, la equidad en la imposición de los costos y los beneficios de estas políticas y planes. En este sentido, aunque no profundizamos en este tema en este documento, la transparencia es central para asegurar que se inviertan bien los recursos sociales, financieros, naturales y otros dedicados a cambio climático urbano-regional, sea esto para ítems específicos (por sector, zona, ciudad, región, etcétera) o en forma transversal (porcentajes de financiamiento sectorial dedicados a mitigación o adaptación del cambio climático).

MOVILIDAD

La movilidad es la columna vertebral de nuestras ciudades y territorios. Cada uno de los desplazamientos en la ciudad responde y afecta tanto al entramado social como a la estructura urbana. Las transformaciones de la sociedad y de la economía en las últimas décadas han generado un crecimiento de la movilidad cotidiana de las personas en términos de distancias recorridas, tiempos de viaje y cantidad de desplazamientos. En las ciudades este crecimiento ha ido acompañado de crecientes tasas de motorización. Los viajes en transporte privado han mostrado un continuo aumento en desmedro de los viajes en transporte público.

Movilidad en Chile

El elemento más esperanzador observado en Chile durante la última década es el crecimiento importante del uso de la bicicleta que en la última Encuesta de Origen-Destino (EOD) del 2012 alcanza el 4% de los viajes y que desde entonces pareciera seguir ganando una fuerte participación modal. También, la movilidad de carga ha ido creciendo debido a la creciente relevancia, tanto del comercio internacional y los patrones de consumo asociados como de las nuevas formas de venta soportadas por innovaciones tecnológicas.

A diferencia de muchos países desarrollados, en Chile no se ha institucionalizado la movilidad. Es decir, no existe ninguna ley orgánica que establezca que una entidad determinada se haga cargo de dicha materia bajo un marco de funciones y atribuciones. Lo que tenemos es una realidad donde prima la subsidiaridad, con un Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones cuyas principales orientaciones van poco más allá de



regular y normar «el tránsito», mientras otros importantes elementos de la movilidad están bajo atribución del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, el Ministerio de Obras Públicas y los municipios. Institucionalizar la movilidad exige poner el foco en las personas y las actividades que realizan, así como los bienes y mercancías que se requiere desplazar por el territorio. Gestionar el tránsito hace lo propio respecto de las infraestructuras y los sistemas que lo regulan. Superar esta brecha nos permitiría promover con fuerza los modos más sostenibles (caminata, bicicleta y transporte público) que urgentemente debemos fortalecer. La experiencia más cercana que tenemos en Latinoamérica es el Distrito Federal de México, el cual aprobó una Ley de Movilidad y actualmente se discute una modificación constitucional para fortalecerla desde los derechos fundamentales de las personas.

La movilidad es fundamental para el bienestar de la ciudadanía y el funcionamiento eficiente de los asentamientos humanos. En la actualidad, en América Latina la mayoría de la población vive en ciudades, lo que corresponde al 80% de la población de la región. En los próximos años alcanzará niveles de urbanización aún más altos con el 90% de sus habitantes viviendo en ciudades (ONU, 2017). Chile ha mostrado esta tendencia tempranamente, ya que el 89,9% de los chilenos viven en zonas urbanas, mientras que más de la mitad de la población nacional vive en tres grandes áreas urbanas: Santiago, Concepción y Valparaíso (INE, 2017). Estas áreas metropolitanas son también las zonas donde la movilidad resulta ser más fuerte, ya que solo en el Gran Santiago los viajes generados en un día laboral son más de 18 millones (SECTRA, 2012).

En un país cada vez más urbano y en que el número de viajes per cápita en las ciudades crece sistemáticamente, esta movilidad levanta importantes desafíos de sustentabilidad, especialmente frente al cambio climático y la contaminación atmosférica (Gallardo *et al.*, 2018). En Chile, el transporte es responsable del 35% del consumo energético nacional (Ministerio de Energía, 2017). El 83% de esta energía se usa para el transporte terrestre, 12% para transporte aéreo, 5% para marítimo y 1% ferroviario. La fuente de energía que mueve el sistema de transporte proviene en un 98% de hidrocarburos, es decir, del petróleo y sus derivados. Así, no es sorprendente que el sector transporte contribuya con un porcentaje significativo, más de un tercio de los gases efecto invernadero (MMA, 2017: 148-161). Específicamente, son camiones para servicio pesado y autobuses los responsables de las mayores emisiones (46%) (MMA, 2017), mientras los automóviles representan el 30%. Al analizar las ciudades en el contexto de la movilidad, estas juegan también un papel relevante si consideramos las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el transporte en Chile, donde el 30% es originado solo en la Región Metropolitana (Centro de Cambio Global UC *et al.*, 2017). Es fácil imaginar que, en ausencia de medidas adecuadas, los procesos de urbanización en Chile y América Latina tendrán crecientes impactos medioambientales, originados en forma importante por el sector transporte.

En este respecto, reducir las emisiones contaminantes provenientes del sistema de transporte urbano es clave para garantizar mayor sustentabilidad y mitigar eficazmente el cambio climático. En este ámbito, el foco no se pone exclusivamente en el CO₂. El informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) indica que para alcanzar la meta para el año 2100 de no exceder un calentamiento de 1,5° C por sobre la época industrial, es fundamental mitigar forzantes climáticos de vida media corta (SLCF, por sus siglas en inglés), particularmente metano (CH₄) y carbono negro, al mismo tiempo que conseguir emisiones globales netas nulas de dióxido de carbono (CO₂) hacia 2050 —o neutralidad carbónica— (IPCC, 2018). Esta conclusión subraya la necesidad de abordar la mitigación de SLCF de manera coherente con la de CO₂ y otros forzantes climáticos de vida media larga, agrupados bajo dióxido de carbono equivalente (CO₂eq). Por otro lado, hay evidencia que sugiere que abatir los SLCF puede facilitar la consecución de los ODS, principalmente a través de cambios tecnológicos, de matriz energética y sus implicancias sobre la calidad del aire (Shindell *et al.*, 2017). En este contexto, se destaca que al adoptar dichas acciones se logra disminuir la mortalidad asociada a la mala calidad del aire; particularmente a través de medidas para reducir los niveles de aerosoles que corresponden al carbono negro (Silva *et al.*, 2017). Entonces, la disminución de la contaminación, en un sentido amplio, es una prioridad para contrastar el cambio climático y beneficiar la salud pública, haciendo necesario intervenir sobre las ciudades y sus necesidades de movilidad.

En las ciudades, la reducción de emisiones como desafío de sustentabilidad se cruza con varios otros aspectos que son también muy relevantes. De acuerdo con la agenda de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, en su objetivo 11 de 17, la humanidad debe avanzar hacia ciudades y comunidades sostenibles. En este objetivo se indica que «no es posible lograr un desarrollo sostenible sin transformar radicalmente la forma en que construimos y administramos los espacios urbanos». Entre las metas asociadas a este desafío se indican las siguientes (en que se destaca aquello referente a movilidad).

- › Asegurar el acceso de todas las personas a servicios básicos adecuados, seguros, asequibles y mejorar los barrios marginales (ODS 11.1);

- › Proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles, sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad (ODS 11.2).
- › Aumentar la urbanización inclusiva, sostenible, y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países (ODS 11.3).
- › De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire (ODS 11.6).

Entonces, se hace imperativo intervenir de manera integral nuestras ciudades y sus demandas de movilidad, donde la meta de carbono neutralidad al año 2050 provee un contexto idóneo en tal sentido. Reducir las emisiones del sector transporte urbano requiere abordar no solo las tecnologías que generan dichas emisiones, sino también la forma como las ciudades están estructuradas y las necesidades de movilidad que generan. Esto exige un marco normativo e institucional adecuado, junto con una mejor planificación y gestión de nuestras ciudades con el objeto de hacerlas más eficientes, seguras y amables; y en el mediano plazo, carbono neutrales. Debemos revisar nuestra legislación, regulación, impuestos y otros mecanismos que nos permitan avanzar hacia este escenario. El desafío de una movilidad sustentable ha sido abordado en más de una ocasión. Pese a haber consenso sobre las etapas que este objetivo requiere, se ha avanzado poco. En este documento se plantean soluciones basadas en evidencia científica, abordando distintas dimensiones del problema, desde la institucionalidad hasta la tecnología pasando por incentivos económicos. Las soluciones propuestas consideran tres dimensiones: i) instrumentos estratégicos, ii) ciudades y transporte urbano, y iii) transporte interurbano (que ha sido abordado en el contexto de que es resultado de la actividad urbana).

Descripción de propuestas

Los instrumentos estratégicos son herramientas claves para mitigar el impacto del sector transporte, promoviendo alternativas menos contaminantes y desincentivando comportamientos que generan externalidades negativas. Es necesario que cada ciudad desarrolle un plan de reducción de gases de efecto invernadero (ficha 2.1), que mida las emisiones generadas por distintos modos de transporte y promueva alternativas más sustentables —reduciendo número y extensión de viajes— y favoreciendo modos y vehículos con cero o menores emisiones. Para alcanzar dichas metas, se propone introducir medidas de tarificación carbónica que internalicen el costo de las emisiones (ficha 2.2). Estas medidas favorecen la implementación de tecnologías que usan fuentes limpias de energía y el uso de modos de transporte colectivo, teniendo impactos mínimos (y fácilmente compensables) sobre las actividades económicas. Sin embargo, es de la misma importancia modificar la metodología vigente de evaluación social de proyectos de transporte para que incorpore explícitamente el impacto climático y ambiental causado por las emisiones de carbono relacionadas con cada proyecto (ficha 2.3). Actualmente, si bien este costo ha sido calculado por el Ministerio de Desarrollo Social, no es considerado en la evaluación social de proyectos del sector transporte. Este ajuste tendría impactos relevantes, haciendo más atractivos los proyectos dedicados a modos de transporte con cero o bajas emisiones contaminantes. Así, estos instrumentos pueden generar cambios importantes en la movilidad tanto urbana como interurbana, pues fomentaría una inversión distinta en infraestructura.

En relación con las ciudades y su sistema de transporte, se debe cambiar el modelo de desarrollo de la ciudad chilena mediante nuevos instrumentos de planificación que prioricen una ciudad compacta y una nueva política de movilidad que reestructure la urbe a partir de: i) una red estructurante de transporte público eficaz, en superficie, basado en autobuses y tranvías en vías exclusivas; ii) una red de ciclovías continuas y seguras; y iii) una red de sendas peatonales y espacios públicos de calidad. El objetivo es transformar tanto la ciudad como su movilidad apuntando a reducir los kilómetros recorridos por vehículos motorizados, priorizar el transporte público y no motorizado, y promover la electromovilidad. Este análisis releva el rol esencial que tiene la planificación de la ciudad. Por un lado, una planificación territorial y urbana enfocada en la reducción de emisiones promueve ciudades más densas y compactas, en que sus habitantes deben desplazarse menores distancias para satisfacer sus necesidades, lo que hace más atractivo al transporte público y al no motorizado. Por otro, una Ley de Movilidad enfocada en la movilidad sustentable debe privilegiar modos de transporte colectivos y no motorizados, siguiendo los principios de la pirámide inversa de la movilidad (ficha 2.4). Estas herramientas pueden rediseñar gradualmente la forma de la ciudad y de cómo sus habitantes se

desplazan, contribuyendo a reducir las distancias de viaje y así reducir la necesidad de desplazarse en vehículos motorizados (fichas 2.5 y 2.6). A esta finalidad pueden aportar también medidas complementarias, como reducir la velocidad máxima dependiendo del rol de cada vía en la red vial (ficha 2.7), reducir la disponibilidad de estacionamientos y tarificarlos completamente, e implementar la tarificación vial por congestión (ficha 2.8), todas estas acciones útiles para reducir el uso del automóvil y, consecuentemente, reducir sus emisiones contaminantes.

Tanto la planificación como las medidas que desincentivan el uso del automóvil son fundamentales para mejorar el transporte público y no motorizado. Por ejemplo, los ingresos recaudados por la tarificación de vías y estacionamientos pueden financiar mejoras en los sistemas de transporte público y también la introducción de alternativas sustentables de transporte, como bicicletas públicas (fichas 2.9, 2.10 y 2.11). Asimismo, se debe promover el rediseño de las calles de modo de invertir la prevalencia del auto en el limitado espacio vial a favor de otros modos más sustentables. Una mejor planificación urbana puede garantizar que cada zona de una ciudad tenga ciertos servicios y comercios a una distancia caminable, promoviendo la caminata como modo privilegiado para corta distancia (ficha 2.12). Junto a estas acciones, se sugiere promover la electromovilidad tanto para el transporte público como el transporte particular (fichas 2.13 y 2.14). Implementar una acelerada renovación de la flota de transporte público es costo efectivo en las ciudades de tamaño intermedio y grande, proponiendo que al 2035 el 100% del transporte público no genere emisiones, y que el 40% del transporte particular al 2050 corresponda a vehículos eléctricos. Aun cuando la generación de energía tiene una componente importante de hidrocarburos, cambiar la flota actual por una flota eléctrica implicaría 60% de reducción de emisiones en el caso de taxis y vehículos particulares, 69% en el caso de buses y 82% en el caso de camiones.

Tal como se argumentó previamente, el transporte interurbano para pasajeros y carga es un sector clave para reducir las emisiones relacionadas con el transporte, la que resulta aún más relevante en un país como Chile, con una estructura territorial extremadamente centralizada y una economía basada en exportaciones, donde ambas características aumentan las necesidades de movimiento para personas y bienes. En este sentido, el transporte de pasajeros puede beneficiarse de una mejor planificación regional, una que favorezca una mayor descentralización garantizando equipamientos básicos también para las ciudades secundarias y, cuando sea posible, promueva la intermodalidad entre distintas formas de transporte (ficha 2.15). Estas medidas son relevantes para reducir la necesidad de viajar hacia las principales ciudades del país y fortalecer la demanda de movilidad a nivel regional hacia las ciudades intermedias; al mismo tiempo, aumentando la demanda crecería el nivel de atractivo de proyectos regionales de transporte masivo, contribuyendo a contrastar la dependencia del automóvil en regiones. Para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, una acción muy relevante es la reducción del transporte aéreo, el cual es muy intensivo en consumo de energía fósil por pasajero-kilómetro (ficha 2.16). En el caso de los trayectos cortos en vuelos nacionales se requiere privilegiar alternativas de movilidad menos contaminantes. Para el transporte de carga, que en Chile depende fuertemente de camiones, es importante una regulación tecnológica más estricta (ficha 2.17), que promueva la importación de vehículos que no generen emisiones según disponibilidad tecnológica y costo-efectividad, y que establezca estándares más estrictos de emisiones.

El mayor desafío en las acciones propuestas consiste en la coordinación entre distintos actores del gobierno y la disposición por intensificar el rol planificador de las ciudades. Para el éxito de las propuestas presentadas en este documento, es fundamental la cooperación entre diferentes entidades del Estado como los ministerios y, a nivel local, gobiernos regionales, provinciales y municipales. Si bien se trata de propuestas que requieren cambios estructurales en la organización de nuestras ciudades y de los hábitos cotidianos de sus habitantes, las acciones detalladas a continuación pueden generar múltiples beneficios. De hecho, además de reducir las contaminaciones emanadas por el transporte, contribuyen a una mayor calidad de vida urbana, generando espacios más saludables, seguros, accesibles y asequibles para todas las personas. Estas propuestas también pueden generar ahorros tanto para el presupuesto público como para los individuos, reduciendo las necesidades de desplazamiento, ofreciendo más alternativas de movilidad, y disminuyendo también los costos asociados a las externalidades generadas por el transporte en relación con salud y medio ambiente. Finalmente, estas propuestas también pueden contribuir a impulsar transiciones en la economía del país hacia sistemas de producción más sustentables. En suma, las acciones propuestas en términos de transporte tienen un efecto no solo para reducir emisiones contaminantes, sino también para mejorar la calidad de vida de quienes viven y vivirán en Chile.

EDIFICACIÓN, EQUIPAMIENTO Y ENERGÍA

La Global Alliance for Buildings and Construction establece que el 36% del uso de energía primaria en todo el mundo y casi el 40% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) fueron generadas por el sector edificación en 2017 (IEA and UNEP, 2018).⁴ En Chile, el 22% de la energía total consumida se destina a la fase operacional de los edificios (Ministerio de Energía, 2018). Tanto en nuestro país como en el mundo, el sector energía ha tenido gran responsabilidad en el incremento sostenido de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

En el país, la mayor parte del consumo de energía primaria lo aportan los combustibles fósiles (petróleo crudo, gas natural y carbón), el que alcanza al 68% de la matriz, seguido del consumo de biomasa con 24%, y en menor proporción la hidroelectricidad, la energía solar y eólica con 8% (Cereceda-Balic *et al.*, 2017; CNE, 2018). En el sector edificación, el mayor consumo de energía corresponde a electricidad (33%), seguido de biomasa (27%), gas licuado (19%) y gas natural (11%). El resto corresponde a petróleo diésel (8%) y kerosene (2%) (Rozas, 2019).

Por otra parte, en el contexto urbano, numerosas ciudades del centro y sur del país han sido declaradas saturadas por superar ampliamente las concentraciones máximas —según normas nacionales— de contaminación atmosférica por material particulado fino (MP2.5) o grueso (MP10) según normas nacionales e internacionales (Villalobos *et al.*, 2017; WHO, 2018). Esta contaminación se explica principalmente por el uso de combustibles para calefacción, los que casi en su totalidad provienen de residuos o subproductos forestales (leña y carbón) (CNE, 2018; Schueftan *et al.*, 2016). Esta situación se explica por el precario desempeño térmico de las viviendas junto a los altos niveles de pobreza energética existente en el país, en cuyo contexto se privilegia el uso de leña como combustible para calefacción debido a su precio más asequible en comparación con otras alternativas, como el gas licuado o kerosene. Por otra parte, la combustión de leña también contribuye a emisiones de carbono negro al aire. Las partículas de carbono negro (también conocido como hollín) se han identificado como contaminante de cambio climático de vida corta, siendo unas de las causas del deshielo tanto de los polos como de la nieve en las montañas. Esto, debido a que el asentamiento de las partículas de carbono negro en la superficie del hielo absorbe una alta fracción de la radiación solar en la atmósfera y reduce el albedo de la superficie con nieve (IPPC, 2014).

La dispersión del MP2.5 y por ende del carbono negro origina notorios efectos adversos, no solo en el cambio climático, sino directamente en la salud de las personas (Egas *et al.*, 2018; WHO, 2016). Los chilenos que viven en áreas urbanas del centro y centro sur del país están expuestos a una concentración media anual de MP2.5 mayor a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, excediendo en un 200% el nivel establecido por la legislación tanto en Chile como en la Unión Europea y en un 400% lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud para la buena

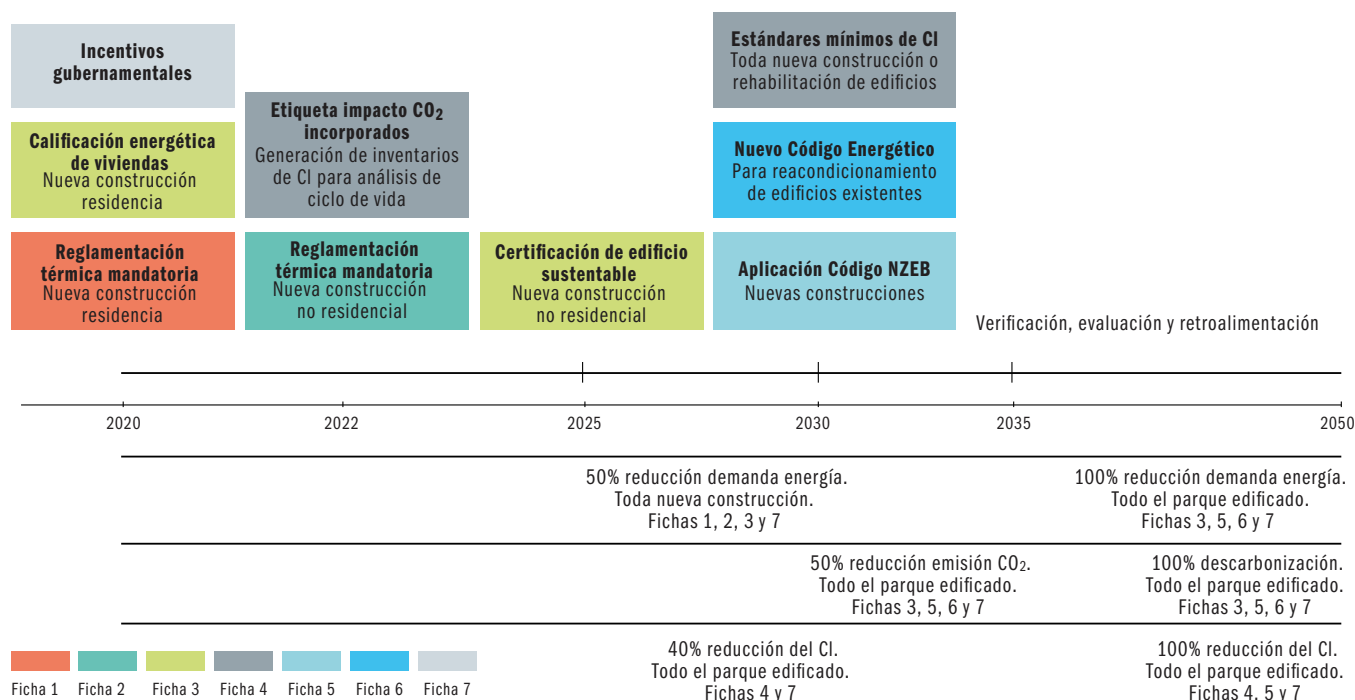
4 Estos datos cubren consumos de energía en la operación de los edificios y en su construcción, incluida la fabricación de materiales y productos como acero, cemento y vidrio.

calidad del aire (Varela *et al.*, 2018; Villalobos *et al.*, 2017; WHO, 2018). La contaminación del aire contribuye significativamente a una acrecentada diversidad de problemas de salud, como enfermedades respiratorias, enfermedades cardiovasculares o incluso la muerte prematura (Analitis *et al.*, 2006; Bustamante, 2013; Landrigan *et al.*, 2018; Schueftan and González, 2015; Varela *et al.*, 2018; Wilson and Spengler, 1996; WHO, 2018). Según el último Informe de Evaluación del Medio Ambiente (MMA, 2018b), se estima que en el año 2017 hubo alrededor de 3.500 casos de muerte prematura por enfermedades cardiopulmonares asociadas a la exposición crónica a material particulado fino MP_{2.5} y grueso MP₁₀. Sin embargo, esos valores deberían corregirse al alza dados los resultados más recientes de estudios de efectos de salud de largo plazo (Burnett *et al.*, 2018).

Por otra parte, en una escala barrial, el clima es influenciado por el entorno construido y el contexto urbano. Se ha constatado que este proceso afecta el consumo de energía en edificios, el bienestar de los habitantes en el espacio público, así como también impacta en la calidad del aire y el confort al interior de los edificios (Carrasco *et al.*, 2017). Diversos estudios han evidenciado este comportamiento en muchas ciudades y regiones (Santamouris, 2016; Christen *et al.*, 2002; Grimmond y Oke, 1995; Cleugh y Oke, 1986), en que los centros urbanos presentan temperaturas más altas que la periferia y que las zonas rurales, especialmente en período nocturno (Kikegawa *et al.*, 2007; Voogt *et al.*, 2007). De este modo, la ciudad construida actúa favoreciendo el efecto de calentamiento resultante e impactando a su vez el entorno construido propiciando escenarios vulnerables al cambio climático (Kolokotroni *et al.*, 2012; Palme, Lobato y Carrasco, 2016; Vera *et al.*, 2018), e incide en el desempeño térmico de los edificios, que demandan cada vez mayor energía en enfriamiento, especialmente los de oficinas en verano (Research, Res y Eliasson, 1996; Santamouris *et al.*, 2015; Pino *et al.*, 2012; Vera *et al.*, 2017; Uribe *et al.*, 2018; Uribe *et al.*, 2019; Bustamante, 2014). Estas áreas urbanas presentan el fenómeno de isla de calor urbana (Oke, 1976), el que se explica como la mayor temperatura del aire observada en el centro urbano respecto de sus alrededores. Una de las razones principales de la formación de la isla de calor es la reducida evapotranspiración de los suelos, causada por la pérdida de vegetación. A eso se suma el calor generado por las actividades humanas, como automóviles, aparatos eléctricos y electrónicos, calefacción y refrigeración de edificios. Este fenómeno sucede también debido a que los edificios y sus materiales tienen una alta capacidad de almacenamiento térmico que luego liberan lentamente al anochecer (Carrasco, 2009; Rao, 2012). En Chile, estudios realizados durante los últimos años (Romero, 2019) han evidenciado islas de calor en todas sus ciudades principales con intensidades máximas que van desde 2° C hasta 10° C.

En definitiva, el cambio climático y el uso de energía en edificios atienden a un carácter bidireccional. Las condiciones climáticas son uno de los factores determinantes en el consumo energético de un edificio (Bosseboeuf, 2015; IEA, 2018), que unido al deficiente comportamiento energético que presenta la mayor parte del parque edificado (Bustamante, 2014; Horne y Hayles, 2008; Kurtz *et al.*, 2015; Lowe, 2007; Park y Kim, 2017; Pino *et al.*, 2012; Research, Res y Eliasson, 1996; Santamouris *et al.*, 2015; Uribe *et al.*, 2018, 2019; Vera *et al.*, 2017) evidencian que es un factor trascendental, que ofrece un alto potencial a la hora de abordar estrategias de adaptación y mitigación en la lucha contra el cambio climático, y de manera tangencial en la lucha contra la erradicación de la pobreza energética mediante la reducción del consumo energético y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de material particulado (Viecco, *et al.*, 2018a, 2018b), que incide significativamente en la contaminación de gran parte de nuestras ciudades.

Para adoptar políticas efectivas, en contexto de cambio climático y en la perspectiva de la descarbonización del parque edificado del país al año 2050, la Mesa Ciudades, eje Mitigación y la submesa Edificación, Equipamiento y Energía, ha elaborado un conjunto de medidas que incluye una línea de tiempo para su implementación. Bajo el convencimiento de que estas medidas tendrán un impacto significativo en la descarbonización del ambiente construido, donde los edificios juegan un rol importante en el mejoramiento de la calidad ambiental de nuestras ciudades, se propone un incremento significativo en la eficiencia energética de los edificios, como principal estrategia de acción. La Figura 1 muestra un resumen de estas medidas, que están contenidas en siete fichas, y que se adjuntan al final de este documento. Al mismo tiempo, dada la experiencia nacional e internacional referida al desarrollo e implementación de políticas para la eficiencia energética de los edificios, se propone un proceso continuo de verificación, evaluación y revisión, al menos cada cinco años, de los instrumentos de política pública que se proponen en el presente informe.



A partir del 2000, el Minvu ha implementado la Reglamentación Térmica de viviendas de carácter obligatoria y que se ha incorporado en el artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). Este artículo establece estándares de transmitancia térmica de distintos componentes de la envolvente de las viviendas. El principal problema de estos requerimientos es que en general son muy deficientes y tan solo consideran desempeño térmico en período de calefacción. En este escenario, se propone una actualización en el aumento de las exigencias mínimas de desempeño térmico de los elementos de la envolvente de las viviendas de nueva construcción, reduciendo así la demanda por energía para calefacción de viviendas y/o incrementando significativamente las condiciones de confort térmico de sus ocupantes. Se propone que esta actualización entre en vigor desde inicios del año 2020 y que su aplicación sea obligatoria para todas las construcciones residenciales nuevas a partir de su incorporación a la OGUC (ficha 3.1). El estudio con la propuesta de actualización del Artículo 4.1.10 de la OGUC estima una reducción de la demanda por energía para calefacción en viviendas de hasta 60% en diferentes regiones del país (Bustamante, 2013). Cabe señalar que los estándares que se desprenden de este estudio se han estado aplicando en planes de descontaminación atmosférica en ciudades declaradas saturadas en el sur del país.

Por otro lado, el Ministerio de Obras Públicas (MOP), a través de su Dirección de Arquitectura, comenzó en el año 2006 un proceso de incorporación de criterios de eficiencia energética y sustentabilidad en edificios públicos. Lo anterior con el fin de diseñarlos y construirlos térmicamente eficientes con estándares superiores a los que establece el Artículo 4.1.10 de la OGUC para viviendas. Dichos estándares se han estado aplicando a edificios de responsabilidad de la Dirección de Arquitectura del MOP, sin que ellos se apliquen obligatoriamente a edificios de uso público de carácter privado. Por ello, desde el punto de vista regulatorio, existe una situación más crítica que la observada en viviendas, dado que para estos edificios no existen estándares obligatorios que regulen su desempeño energético.

En gran parte del país, por ejemplo, los edificios de oficina requieren una mayor demanda de energía de refrigeración que de calefacción. Estudios muestran que en edificios de oficina de la Región Metropolitana, con estrategias de mejoramiento térmico factibles de aplicar en su envolvente que incluyen la incorporación de sistemas de protección solar en la superficie vidriada, se alcanzan reducciones en demandas de climatización de aproximadamente 60% respecto de lo observado en la actualidad (Bustamante, 2014; Bustamante *et al.*, 2012; Pino *et al.*, 2012; Vera *et al.*, 2017; Uribe *et al.*, 2018, 2019). De esta manera, se considera necesaria la implementación de exigencias mínimas de desempeño térmico a obras de nueva construcción de uso no residencial, recomendando su implementación obligatoria al año 2022 (ficha 3.2). Dichas prácticas aportarán a la eficiencia energética de estos edificios en un contexto aún más amplio que sienta las bases para la construcción de edificios públicos sostenibles, y que aporten además a una gestión más eficiente de los recursos públicos.

Figura 1. Resumen de propuestas para la transición energética del sector de la construcción. Fuente: Actualización de la normativa térmica del parque edificado.

Calificación energética de edificios

La razón fundamental para implementar al año 2020 un sistema de calificación energética obligatoria (ficha 3.3) para nuevas construcciones de uso residencial (CEV); y para el año 2022, la calificación energética obligatoria para construcciones de uso no residencial (CEENR), es impulsar un sistema que permita a los propietarios, potenciales arrendatarios o compradores de un edificio o parte de él, acceder a una mejor información sobre su desempeño energético (Hårsman *et al.*, 2016). Dicha información permite diferenciar y elegir conscientemente entre diferentes edificios o viviendas, y promueve la demanda de edificios más eficientes energéticamente, así como un crecimiento del mercado de la eficiencia energética. Cabe señalar que en Chile existe el sistema de Calificación Energética de Viviendas (CEV) del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y el Sistema de Certificación de Edificio Sustentable (CES), que está a cargo del Instituto de la Construcción, ambos voluntarios por el momento.

Algunas experiencias exitosas en Estados Unidos muestran, por ejemplo, que ocupantes de edificios comerciales certificados, tanto en los períodos de precertificación como de postcertificación, evidencian una reducción en su consumo de energía del 8% en el área metropolitana de Phoenix, Arizona (Qiu y Kahn, 2019). Otras experiencias interesantes son documentada por Alberini y Towe (2015), quienes utilizaron un procedimiento de coincidencia exacta aproximada (CEM) para evaluar la efectividad de dos programas voluntarios en Maryland: una auditoría de energía en el hogar y un descuento en la compra de bombas de calor. La auditoría de energía evaluada es un «chequeo rápido de energía en el hogar» ofrecido gratuitamente por las empresas de servicios eléctricos, que financian el programa aplicando un recargo a todos sus clientes residenciales. Las auditorías son un instrumento de política para cumplir con el objetivo de ahorro de energía del programa EmPower Maryland. Con respecto a la efectividad de la auditoría de energía en el hogar, los resultados muestran una reducción entre el 3% y el 5% en el uso de electricidad. Otro estudio aplicado a 240 hogares en Wyoming, en que se evaluó el efecto de auditorías energéticas en 240 hogares, mostró que estas generaron ahorros de 10,8% en electricidad (Considine y Sapci, 2016).

Las evidencias que muestran los trabajos referenciados desarrollados en contextos normativos distintos a los de nuestro país, apuntan a señalar la importancia de que los sistemas de certificación u otros instrumentos de política pública para eficiencia energética en edificios deben contar con verificaciones en que se apliquen protocolos de medición de consumo y ahorro de energía de los edificios. Ya que las estimaciones de estos ahorros son muy relevantes para alimentar la política pública (Qiu y Kahn, 2019). Con respecto a los costos asociados al tema de la certificación, estos varían según el proyecto. La construcción de múltiples unidades de vivienda nueva para obtener la etiqueta Energy Star, mostraron que la certificación supuso entre 0,7% y 3,1% de los costos totales de construcción (EPA, 2012). En el proceso de venta, la literatura científica (Piet Eichholtz *et al.*, 2010) muestra que los edificios de oficina, para el caso de estudio de Estados Unidos presentado con anterioridad que contaban con una «calificación verde», obtuvieron un precio de venta 16% más alto aproximadamente.

Descarbonización del parque edificado

En la medida que disminuya la necesidad de energía para la operación de edificios, será necesario fijar nuevas estrategias para reducir el impacto del sector de la construcción en el consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero en el país. Para ello, es necesario prestar atención al uso de energía y emisiones en la vida completa de los edificios, incluyendo la fase de producción de los materiales de construcción. Una elección adecuada de materiales de construcción puede reducir la utilización de energía y las emisiones de CO₂ incorporadas en 17% y 30% respectivamente durante la vida útil de los edificios (González y García Navarro, 2006; Thormark, 2006). Para contar con información de emisiones de CO₂ incorporado y energía incorporada en los materiales de construcción, se plantea la obligatoriedad de etiquetar a estos materiales, además de generar bases de datos de inventario de ciclo de vida. Con tal información se podrá determinar el desempeño medioambiental de construcciones nuevas de uso residencial o no residencial, y para las transacciones de compra-venta de construcciones existentes. Se plantea trabajar en la generación de esta información para establecer estándares máximos de CO₂ incorporado al año 2030 para toda nueva construcción, residencial y no residencial, y para aquellas edificaciones que sufran algún tipo de intervención/rehabilitación (ficha 3.4).

En este sentido, es clave generar bases de datos para la realización de análisis de ciclo de vida según el estándar internacional ISO 14040. Por lo tanto, se propone el desarrollo de inventarios de ciclo de vida de energía y carbono incorporados en materiales de construcción chilenos, utilizando técnicas viables con información disponible en la actualidad, como el Path Exchange Method para Hybrid Life Cycle Assessment (Crawford, 2011). En este sentido, durante el año 2019 se generó un primer esfuerzo al desarrollarse un inventario con los 26 materiales de construcción utilizados con mayor frecuencia en vivienda social chilena, que

está destinado a ser utilizado como base para evaluar el desempeño medioambiental de estas edificaciones a lo largo del país (Bunster y Crawford, 2019). Este trabajo deberá ser complementado con el desarrollo de nuevas iniciativas y bases de datos, incluyendo una mayor selección de materiales de construcción y utilizando nuevas fuentes y técnicas de compilación más avanzadas. El lanzamiento de una de estas bases de datos, que podrá ser utilizada para todo tipo de edificaciones construidas con materiales locales, está proyectada para el año 2020.

Hacia edificios de consumo de energía neta cero

Las propuestas de políticas energéticas, en una primera fase, se centran en intensificar las exigencias mínimas en materia de eficiencia energética con el fin de reducir al máximo posible la demanda de energía en los edificios. Luego de esta fase, el siguiente paso corresponde a la implementación de políticas encaminadas en la misma dirección que las políticas internacionales donde las inversiones en materia de eficiencia energética son una medida de ahorro económico (Encinas *et al.*, 2018; Wolfgang, 2001). Esto implica promover nuevas estrategias relacionadas con la calidad de ambiente interior y con edificios de consumo de energía neta cero (NZEB, por sus siglas en inglés), cuyo alcance se sintetiza en proyectar y construir edificios de alto desempeño energético, de modo que se consiga bajo consumo de energía en su operación. Esto es posible con el uso de estrategias de alto desempeño térmico de la envolvente del edificio y con sistemas de climatización, iluminación, calentamiento de agua sanitaria y otros de alta eficiencia. La energía requerida para la operación de estos edificios se obtiene, por una parte, de la red de distribución eléctrica de la ciudad; y por otra, de la energía eléctrica generada *in situ* en la edificación, de forma que la energía exportada (100% energía renovable generada *in situ* entregada a la red de distribución eléctrica) es igual a la energía importada (energía renovable y no renovable proveniente de la red de distribución eléctrica) en el período de un año. Los edificios NZEB se están desarrollando a través de estrategias principalmente de diseño arquitectónico pasivo (Li, Yang y Lam, 2013). Se propone generar un documento —propuesto como Código NZEB— que se constituya en el marco regulatorio, que establezca las exigencias que deben cumplir los edificios para alcanzar consumo de energía y emisiones de CO₂ equivalente a nulos al año 2050. El alcance del Código NZEB impactará a edificios de nueva construcción de uso residencial y no residencial (ficha 3.5).

La Global Alliance for Buildings and Construction establece que casi el 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero son generadas por el sector edificación y construcción. Además, indica que para no superar los 2° C de incremento de temperatura, la política clave es apuntar a las edificaciones energía neta cero (IEA y UNEP, 2018). También, la directiva (directriz) de la Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) de eficiencia energética del año 2012 de la Comunidad Europea (2012) indica que todas las nuevas edificaciones deben ser consumo de energía casi cero al 2020. Posteriormente, la directiva 2018/844 de la Comunidad Europea definió la descarbonización del parque inmobiliario de aquí a 2050 (Comunidad Europea, 2018).

En Chile, en la actualidad, el reacondicionamiento térmico y energético del parque edificado existente (edificios residenciales y no residenciales) es el desafío más importante debido al desempeño altamente deficiente que en general muestran los edificios en nuestro país. Dicho reacondicionamiento permitirá asegurar un adecuado comportamiento de los edificios, en escenarios climáticos actuales y escenarios climáticos futuros. Por lo anterior, se propone la adecuación del Código NZEB (de construcción nueva) para edificios existentes que deban ser intervenidos/rehabilitados parcial o totalmente (ficha 3.6).

Diversos estudios internacionales documentan el desempeño energético de los edificios NZEB con reducciones que van desde 30% en edificios de uso residencial en Grecia (Charisi, 2017), 62% en edificios modernos de Irlanda (Colclough *et al.*, 2019), a 80% en edificios tradicionales del centro de Europa (Feist *et al.*, 2005; Schnieders y Hermelink, 2006). La construcción de edificios energéticamente eficientes y la renovación de edificios antiguos cada diez años contribuirían a un ahorro de más de 4.700 GWh de electricidad al año 2050 (Kamal *et al.*, 2019).

En el contexto nacional, estudios recientes concluyen que con el uso de energías procedentes de fuentes renovables instaladas en una vivienda de diseño arquitectónico óptimo que requiere una mínima demanda energética, es posible no solo alcanzar un consumo energético cero, sino también lograr confort térmico durante todo el año en diferentes ciudades del sur del país (Bustamante *et al.*, 2019). Con respecto a edificios residenciales sociales, Tori *et al.* (2019), indican que aquellos de mediana altura están muy cerca de alcanzar el estándar NZEB a través de medidas de eficiencia energética (envolvente de alto desempeño térmico, bomba de calor de COP=3,0, iluminación LED, incorporación de panel solar fotovoltaico). Adicionalmente, simulacio-

nes en edificios residenciales de mediana altura de la Serena y Santiago permiten concluir que aproximadamente el 94% del requerimiento energético de los departamentos de estos edificios puedan ser cubiertos por paneles fotovoltaicos (Tori *et al.*, 2019).

A medida que los edificios se vuelven más eficientes energéticamente presentarán una contribución cada vez más pequeña al impacto ambiental total (Davies *et al.*, 2018; Hammad *et al.*, 2018; Oldfield, 2013). Las propuestas aquí presentadas aseguran una reducción de aproximadamente 50% en la demanda energética del parque edificado en Chile al año 2030, pudiéndose alcanzar una reducción a niveles nulos de consumo al año 2050. En cuanto a los niveles de impacto del CO₂ incorporado, se espera que en los edificios al año 2030 se alcance una reducción de alrededor de un 40%, consiguiendo niveles de reducción del 100% al año 2050.

Políticas públicas para el impulso de eficiencia energética en edificios

Existe una gran diversidad de marcos internacionales de subvenciones y ayudas financieras para promover la inversión en materia de eficiencia energética. La presencia de subsidios proporciona un incentivo para que los hogares realicen renovaciones de sus viviendas con criterios de gases de efecto invernadero. En Irlanda, desde la introducción del plan de rehabilitación de hogares —conocido como Better Energy Home (BEH)— para contribuir a la reducción del 20% de la energía consumida en el país y para cumplir con los objetivos del Horizonte 2020 de la Unión Europea, desde marzo de 2009 hasta julio de 2016 más de 179.000 hogares —10% del parque edificado privado en Irlanda— recibieron apoyo financiero para realizar trabajos de reacondicionamiento. Como resultado de un conjunto de encuestas a estos hogares, en torno a un 7% declararon que habrían realizado las modificaciones sin la ayuda de la subvención (Collins y Curtis, 2018).

Rusia, Alemania, Corea del Sur, Canadá y el Reino Unido tuvieron reducciones prometedoras de gases de efecto invernadero, con la mayor reducción lograda por Alemania (30%), seguida por Corea del Sur (18%), Reino Unido (16%), Rusia (14%) y Canadá (4%). Las razones de esta disminución se deben a la aplicación de una política energética estricta y efectiva, junto a la construcción de códigos de energía a un mayor uso de combustibles más limpios (gas natural y electricidad), a la penetración de tecnologías modernas y eficientes, a mayores niveles de inversión en energías renovables y a estándares ambientales más altos (Nejat *et al.*, 2015). En Chile, se han aplicado subsidios para el reacondicionamiento térmico de viviendas. Otros instrumentos utilizados son la instalación de colectores solares térmicos y el recambio de estufas a leña en viviendas del sur de Chile. Estas experiencias pueden constituir la base para avanzar tanto en mayores exigencias en el desempeño térmico de las viviendas como en el incremento del uso de sistemas menos contaminantes, más eficientes, con un énfasis en el uso de energías renovables en los edificios (ficha 3.7).

Dado que los edificios son grandes inversiones con una larga vida útil (100 años o más), hay un enorme potencial para implementar esta transición energética en el sector de la construcción, y así poder cosechar beneficios económicos y ambientales en el futuro. Eso evitaría tener durante décadas un enorme inventario de edificios ineficientes, que necesiten grandes inversiones de renovación en el futuro. Se contempla que esa transición energética aumente y mejore la eficiencia del sector de una manera viable económicamente, permitiendo el crecimiento de un mercado de gases de efecto invernadero —de materiales, tecnologías y edificios eficientes—, aportando además a la generación de empleo.

Las propuestas del presente documento apuntan a un cambio de paradigma respecto del modo en que se conciben actualmente los edificios, permitiendo que al año 2035 se alcancen niveles de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera de alrededor de un 50%, como primer paso para lograr la meta de descarbonización a niveles absolutos del sector al año 2050. Cabe señalar que este cambio de paradigma requiere de una inversión importante del Estado, en términos de subsidios e incentivos, para implementar las estrategias propuestas y lograr el cumplimiento de sus objetivos. Finalmente, el tema debiese ser abordado también desde una perspectiva urbana, cuestionando la gobernanza y modelos de desarrollo de nuestras ciudades. En efecto, las dificultades que han existido para la adopción de mayores estándares de eficiencia energética por parte de la vivienda se explican en gran parte por la mecánica de la especulación inmobiliaria y las desregulaciones del mercado (Encinas *et al.*, 2019).

INFRAESTRUCTURA Y ESPACIOS VERDES



Ricardo Hurtubia G.

La infraestructura verde son soluciones basadas en la naturaleza que ayudan a mitigar los efectos del cambio climático y aumentan tanto la eficiencia como la sustentabilidad de las ciudades, ya que proporcionan múltiples servicios ecosistémicos, como la reducción de emisiones de CO₂, la mitigación de inundaciones y la reducción de temperatura, además de ser una oportunidad para proporcionar y restaurar biodiversidad, esto en beneficio directo de la salud y calidad de vida de las personas. Sabemos que los espacios de biodiversidad o *hotspot* se encuentran muy presionados por la expansión de las ciudades, siendo una de sus consecuencias el incremento en los procesos de homogeneización biótica, así como pérdidas de especies. Chile también está sujeto a estas presiones y concentra un importantes *hotspot* de biodiversidad en la zona central, donde existe una correlación entre los *hotspot* y el aumento de la población. Por ejemplo, el bosque chileno valdiviano lluvioso alberga el 50% de todas las especies vasculares de Chile mediterráneo, mientras que en paralelo ha aumentado su densidad de población (Armesto *et al.*, 2007; Underwood *et al.*, 2009).

La institucionalidad ambiental vigente ha permitido que las urbanizaciones, en especial las de forma dispersa, hayan afectado el equilibrio y la conectividad ecológica fragmentando el paisaje en torno a las áreas urbanas (Rojas *et al.*, 2013; Inostroza *et al.*, 2013). Existen innumerables ejemplos de falta de protección y gobernabilidad urbana cuando las ciudades amenazan la biodiversidad, de hecho, en el indicador global de Biodiversidad y Hábitat, Chile se encuentra en el lugar 106 de un total de 180 países (Environmental Performance Index-University of Yale, 2018).

Es por esto que la primera medida de adaptación en ciudades es *Proteger las áreas de Biodiversidad Urbana* (Ficha 4.1), ya que solo mediante un marco metodológico y normativo para elaborar la línea base de biodiversidad (diagnóstico) y de servicios ecosistémicos en áreas urbanas y periurbanas del país, se podrán implementar medidas de regulación y protección efectivas. Sin embargo, se reconoce que recientemente desde el Parlamento y el Ejecutivo debido a una fuerte presión ciudadana, surgen iniciativas valiosas para la conservación de la biodiversidad. Entre estas se destacan el proyecto de Ley que crea el Servicio Nacional de Biodiversidad en el MMA, principalmente para subsanar la dispersión en la gestión de áreas protegidas; el Plan de Protección de Humedales, destinado a calificar y priorizar como santuarios de la naturaleza a 40 humedales del país; y el proyecto de Ley de Protección de Humedales Urbanos, cuyo objetivo es frenar el relleno indiscriminado de humedales por proyectos inmobiliarios en áreas urbanas, el cual recientemente fue ratificado por la Cámara de Diputados y despachado para su promulgación.

En Chile, el rápido crecimiento en áreas costeras de baja elevación ha incrementado la vulnerabilidad frente a desastres (Seto *et al.*, 2011; Hallegatte *et al.*, 2013). Esto se evidencia muy bien en la región de Valparaíso, donde los eventos extremos ocurridos han generado cuantiosos daños en infraestructura costera y en conectividad (Winckler *et al.*, 2017). De haber contado con infraestructura verde adecuada, el gasto generado por los últimos tsunamis en el país podría haber sido menor. Por ejemplo, en el noreste de Estados Unidos, los humedales permitieron ahorrar US\$625 millones de dólares en daños directos de las inundaciones ocasionadas por el Huracán Sandy en 2012 (Narayan *et al.*, 2017). Por tanto, la segunda medida de adaptación es infraestructura verde para la protección y resiliencia de la costa (Ficha 4.2). La protección de desastres a través de la integración con la naturaleza no solo traerá beneficios para la disminución del riesgo, sino también generará otros servicios ecosistémicos. Por ejemplo, la restauración de un humedal en la isla Wallasea (Reino Unido) para mejorar la protección costera capturó 2.2 toneladas de carbono por hectárea/año las que agregadas por un período de 50 se avalúan en £ 1,7 millones. Además, se estimó que esta restauración permitió ahorrar cerca de £ 3,1 millones producto de evitar inundaciones costeras (David *et al.*, 2015).

La tercera medida de adaptación corresponde a impulsar Planes Maestros de Infraestructura Verde en áreas metropolitanas y ciudades (Ficha 4.3), porque carecemos de una visión estratégica en la planificación de nuestras ciudades. Si bien prontamente se promulgará la Política Nacional de Parques Urbanos, esto no es suficiente para impulsar redes y conectividad ecológica en nuestras ciudades, sobre todo para contener el crecimiento urbano disperso y poder conectar áreas periurbanas con infraestructura verde de la ciudad. Por medio de Planes Maestros, se puede impulsar el desarrollo de proyectos estratégicos de anillos, cinturones y/o corredores verdes para conectar espacios abiertos naturales con parques urbanos, así como también la restauración de áreas degradadas. Un ejemplo exitoso de proyecto de infraestructura verde es el Parque del río Medellín en Colombia. Los ríos urbanos, como parte de los principales cursos de agua en ciudades, tienen un potencial enorme para transformarse en corredores verdes prioritarios para la calidad de vida de las personas, incorporando criterios de sustentabilidad, restauración ecológica, revitalización y recuperación, así como mantención y gestión.

La cuarta medida se refiere a incorporar los *ríos urbanos con criterios de infraestructura verde y planificación territorial* (Ficha 4.4). El diseño de infraestructura verde más resiliente para la protección de ríos urbanos y zonas de resguardo vulnerables a desastres, que incorpore soluciones basadas en la naturaleza, permitirá

disminuir escorrentía y contaminación del agua (Bioingeniería vs. ingenierías grises, parques fluviales frente a contenciones, etcétera), ya que los ríos y su restauración funcionan como corredores privilegiados para mantener biodiversidad, por ejemplo Savannah River (Mabry y Barret, 2002; Dunning *et al.*, 1995).

La quinta medida corresponde a los parques urbanos (Ficha 4.5) que cumplen un doble rol, ya que no solo aportan infraestructura verde, sino que además permiten mejorar la capacidad de adaptación de las ciudades si son diseñados con estándares adecuados. Se ha demostrado que las áreas verdes urbanas proporcionan servicios de regulación y soporte, como secuestro de carbono, dispersión de semillas, purificación del agua, aire y calidad de hábitat (Mexia *et al.*, 2018). Los parques son parte de la naturaleza de la ciudad, más aún cuando en nuestras ciudades se pierden espacios verdes o nunca llegan a implementarse, disminuyendo la posibilidad de almacenamiento de carbono del arbolado y los bosques urbanos, lo que implica un aumento de la temperatura, además de la fragmentación de los espacios continuos de vegetación (Dobbs *et al.*, 2018). Cabe señalar que si bien es alentador la promulgación de una Política Nacional de Parques Urbanos, esta requerirá de una fuerte implementación de manera que se convierta en una estrategia real para enfrentar el cambio climático en ambientes urbanos, con aplicación de estándares sustentables en el diseño, construcción, operación y mantenimiento.

Junto a los parques, las inversiones en espacio público con *infraestructura verde* (Ficha 4.6) serán un excelente soporte para la adaptación. A la fecha ya existe la Guía de la Dimensión Humana, un manual de elementos urbanos sustentables para la construcción de espacios públicos, que requiere de difusión para una inversión estatal que apunte a utilizar los recursos de manera eficiente para asegurar su calidad durante su operación. El espacio público con *infraestructura verde* será un soporte para la resiliencia y también para incrementar la felicidad, disminuyendo el estrés y aumentando la sensación de seguridad en los espacios urbanos (Navarrete-Hernández y Laffan, 2019).

El agua en la ciudad es fundamental, por ello es particularmente preocupante que las aguas lluvia sean tratadas como desechos. De esta manera, se presenta como un gran desafío mejorar la calidad de la escorrentía urbana, dado que las aguas lluvia arrastran contaminantes que se acumulan sobre áreas impermeables y suelos desnudos, además de poder colapsar los alcantarillados provocando descargas de aguas servidas que pueden ir a parar a lagos, lagunas y humedales, entre otros cuerpos de agua. Por tanto, la séptima medida es gestión de las aguas lluvia y la seguridad de la infraestructura sanitaria (Ficha 4.7), medida que apunta a reutilizar aguas grises, y a incorporar al diseño los criterios de Water Sensitive Urban Design (WSUD). A su vez, como el clima está cambiando sobre todo en la zona central de Chile, la urbanización en áreas semiáridas implica un alto consumo de agua y riego, junto a recargas de aguas subterráneas (Reyes *et al.*, 2016). De esta forma, habrá que poner más atención en la necesidad de escoger especies adecuadas al clima, esto es, especies vegetacionales adaptables a los climas y condiciones de riego (Ficha 4.8).

El arbolado urbano también es clave en adaptación, por los beneficios ambientales, sociales y económicos que otorga; entre ellos, la disminución de la escorrentía de aguas lluvias, el mejoramiento en la calidad del aire, la disminución de la isla de calor urbano y proporción de sombra, el efecto positivo sobre la salud humana, el aumento de la interacción ciudadana y la valorización económica (Donovan, 2013; Mullaney, Lucke y Trueman, 2015). Es así como se deben impulsar medidas de protección, gestión y monitoreo del arbolado urbano como aporte a la *infraestructura verde* en ciudades (Ficha 4.9), más aún cuando el arbolado urbano ha demostrado ser un mecanismo de descontaminación atmosférica en Santiago de Chile (Escobedo *et al.*, 2006).

Una última medida apunta a fortalecer la gobernanza ambiental para *infraestructura verde* a escala regional y local (Ficha 4.10), una gobernanza débil no permitirá hacer los cambios que se necesitan para priorizar soluciones basadas en la naturaleza. La escala regional y sobre todo local son necesarias por la dimensión y focalización territorial de las propuestas. En este punto, es muy importante la participación de las alcaldías, las que tienen mucho que aportar dados los procesos de certificación ambiental realizados y el fortalecimiento institucional logrado a través de plebiscitos y consultas ciudadanas en materias de *infraestructura verde*.

Finalmente, a partir de soluciones de *infraestructura verde*, se pueden mejorar las condiciones de los ecosistemas naturales y seminaturales, los que se encuentran fuertemente presionados por las dinámicas actuales de las ciudades. De esta manera, se debe buscar fortalecer sus condiciones de operación a través de, por ejemplo, la disposición y aprovechamiento del agua, el tratamiento y reutilización de aguas residuales y la resiliencia ante desastres socionaturales. Los beneficios o las ganancias para Chile de invertir en *infraestructura verde* pueden además ayudar a reducir brechas en *infraestructura* en combinación con la *infraestructura gris*, sobre todo en ciudades de regiones que no tienen este tipo de soluciones y en las cuales se podría reducir la dependencia y los presupuestos para enfrentar, por ejemplo, olas de calor y la recurrencia de inundaciones.

RIESGOS Y DESASTRES

Con las proyecciones actuales sobre el clima para el siglo XXI, aun cuando se reduzcan los niveles de emisión de gases de efecto invernadero, el cambio climático será uno de los grandes desafíos para la gestión y planificación de las ciudades (PACC Ciudades). Se prevé que los eventos climáticos extremos serán más frecuentes y de mayor magnitud en el futuro cercano. Chile, en las últimas décadas, ya se ha visto enfrentado a desastres como resultado de fenómenos climáticos que han afectado especialmente a comunidades vulnerables, siendo los más frecuentes las inundaciones, remoción en masa, aluviones, tormentas y sequías. La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastres señala que Chile tuvo pérdidas cercanas al 1,2% del PIB por desastres de origen natural como promedio de cada año entre 1980 y 2011. Por otro lado, entre los años 2005 y 2018 hubo 18 desastres mayores de origen natural.

A pesar de la experiencia acumulada, todavía se requiere mejorar los procesos relacionados con la gestión de los riesgos de desastre y adaptación al cambio climático. Esto requiere observar, evaluar y comprender los riesgos, fortalecer la coordinación, invertir en resiliencia y mejorar la preparación, respuesta, recuperación, rehabilitación y reconstrucción. Además, la integración de los procesos previos y posteriores a los desastres, de manera simultánea y multisectorial, ha sido identificada como una forma de mejorar la respuesta y permitir el desarrollo futuro, tanto en el contexto internacional por el Marco de Acción de Sendai (UNISDR, 2015) como en el contexto nacional por la Plataforma Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres (Onemi, 2012).

En relación con los asentamientos humanos, se requiere comprender la interacción entre la urbanización, el cambio climático y el desarrollo urbano (IFRC, 2010). La adaptación al cambio climático y la reducción de riesgo de desastres deben abordarse de manera integral, ya que son multiescales y multisectoriales en esencia. En esta misma línea, deben producirse enfoques de colaboración entre diferentes sectores (por ejemplo, transporte y vivienda) y diferentes disciplinas (por ejemplo, arquitectura, ingeniería, derecho y sociología).

Desde 2008, la Unión Europea, el Banco Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo han promovido y apoyado a los gobiernos nacionales en el proceso de evaluación de impacto de desastres y planificación para la recuperación sostenible con énfasis en la resiliencia (PNUD, 2017). En este contexto, la iniciativa chilena CREDEN (Comisión para la Resiliencia ante Desastres Naturales) señala que

Una nación resiliente a desastres de origen natural es aquella que abraza transversalmente una cultura de resiliencia, entendida como las capacidades de un sistema, persona, comunidad o país, expuestos a una amenaza de origen natural para anticiparse, resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, para lograr la preservación, restauración y mejoramiento de sus estructuras, funciones básicas e identidad (CNID-CREDEN, 2016).

En relación con esta definición de resiliencia, en esta submesa se identificaron metas necesarias para «anticiparse, resistir, absorber, adaptarse y recuperarse» según las etapas temporales de la gestión del riesgo: i) comprensión de las amenazas, exposición y vulnerabilidad; ii) alerta y respuesta; iii) resiliencia y prevención. Según esto, se decidió sintetizar las fichas con acciones y medidas que incluyeran las distintas amenazas y escalas territoriales, para que en cada situación particular se desarrollen las métricas en mayor detalle, dependiendo de la amenaza y el evento.

Amenazas, exposición y vulnerabilidad

Una de las principales debilidades para enfrentar las amenazas es la gestión de la información debido a la fragmentación, inconsistencia y falta de sistematización en la forma que se recolectan, procesan y se ponen a disposición los datos, afectando directamente el desarrollo de políticas públicas (CNID-CREDEN, 2016). Por esto, se requiere una mayor comprensión de los riesgos en todas sus dimensiones: características de las amenazas, exposición y vulnerabilidad. Según esto, se requiere identificar las múltiples amenazas para todo el territorio nacional mediante el catastro del régimen de perturbaciones de origen climático que afectan a cada región y asentamiento, a la escala que corresponde a la amenaza, incluyendo una perspectiva histórica (Ficha 5.1). La publicación de este catastro con el tipo de eventos extremos mediante mapas, fotografías, videos, textos, relatos y archivos permitiría identificar de forma directa los eventos extremos que pueden afectar a los asentamientos y su período de retorno, considerando que además con el cambio climático este período podría modificarse. Por otro lado, se requiere caracterizar los niveles de exposición y vulnerabilidad multiamenaza actuales (línea de base) y los potenciales, así como sus interacciones a escala territorial (Ficha 5.2), además de la caracterización de escenarios futuros (Ficha 5.3). La publicación de estudios y mapas de

exposición y vulnerabilidad a distintas escalas (regional, provincial, comunal, según el peligro a analizar), así como los escenarios (mediano y largo plazo), servirán como información básica para la planificación y ordenamiento territorial. Para esto, es urgente la aprobación de la Política Nacional de Ordenamiento Territorial, la cual es necesaria para la integración del cambio climático en las políticas públicas y en el desarrollo productivo a nivel nacional.

Alerta y respuesta

La identificación y pronóstico de los riesgos requiere el fortalecimiento de los sistemas de monitoreo y alerta temprana para permitir la toma de decisiones de forma oportuna. Asimismo, para mejorar la resiliencia y fomentar la reducción de riesgo de desastres, se requiere fortalecer las capacidades de las comunidades en relación con la cultura de la prevención y la toma de conciencia sobre las responsabilidades individuales y colectivas. Además, para «reconstruir mejor» (Clinton, 2006), es decir, considerando la reducción de riesgos futuros, catalizando oportunidades de desarrollo sostenible, abordando las causas subyacentes de la crisis, se requiere planificar los procesos de recuperación, rehabilitación y reconstrucción.

Según esto, se necesita implementar y fortalecer los sistemas de monitoreo en todo el territorio nacional, de forma que permitan diagnosticar las distintas amenazas que afectan al territorio nacional y las zonas pobladas. Para lograrlo, se debe hacer un plan de instalación y operación de un sistema de estaciones de monitoreo que permita hacer un seguimiento y poner a disposición los datos a la ciudadanía e instituciones (Ficha 5.4), definiendo los mecanismos de financiamiento, mantención del plan (Ficha 5.5) y mejorando la capacidad nacional de análisis de la información para permitir la definición y análisis de escenarios de riesgo (Ficha 5.6). Además, se requiere coordinar los sistemas de comunicación de las comunidades e instituciones involucradas en la gestión de riesgo de desastres mediante un protocolo unificado de alerta temprana con distintos grados de severidad que permita actuar de forma eficaz y eficiente (Ficha 5.7). Por otro lado, se requiere apoyar el desarrollo tecnológico de las telecomunicaciones (telefonía, web, etcétera) para el aviso oportuno y detallado de los eventos a la población (5.8).

Es necesario implementar y actualizar los planes de preparación ante las emergencias, fortaleciendo las capacidades de las comunidades. No basta con tener información, sino que además se debe desarrollar un plan de acción operativo que permita a los gobiernos regionales y municipios minimizar el tiempo de reacción ante una emergencia para retomar las actividades cotidianas, previniendo el posible daño a la población y al entorno construido. Para ello, se debe hacer transparente la publicación de una guía operativa de los planes de emergencia que defina la estructura de operación, roles, responsabilidades, procedimientos, estrategias y recomendaciones para que el Comité de Emergencia correspondiente coordine las acciones a realizar para hacer frente al evento (Ficha 5.9). Este Comité de Emergencia debe estar conformado por las instituciones directamente relacionadas con el impacto ocasionado por el evento (Ficha 5.10), que debe trabajar junto con las comunidades afectadas. Para ello, es fundamental desarrollar un plan de acción dirigido a la preparación de la población para fortalecer las capacidades de las comunidades (Ficha 5.11). Más aún, se necesita coordinar la captura y documentación de las medidas adoptadas y lecciones aprendidas post evento para la mantención actualizada del Plan, previsión de estrategias y recomendaciones para eventos futuros (Ficha 5.12).

Finalmente, una vez pasada la emergencia inicial se requiere rehabilitar de forma planificada, incluyendo un enfoque integral de reducción de riesgo de desastres, definiendo y actualizando los planes, políticas, estándares y normas para la habitabilidad transitoria (albergues y viviendas transitorias) mediante la coordinación intersectorial y en distintos niveles de acción en el territorio (Ficha 5.13).

Resiliencia y prevención

La gestión del riesgo requiere la incorporación de acciones directas mediante políticas, estrategias, planes sectoriales y territoriales. Para esto, es necesario una planificación y ordenamiento territorial que incorpore los riesgos existentes y escenarios futuros en los instrumentos respectivos en sus distintas escalas, así como en las normas de diseño y cálculo estructural de las infraestructuras y edificaciones.

Para promover la infraestructura y edificaciones resilientes, se requiere desarrollar un conjunto de herramientas, bases de datos y metodologías para el diseño e implementación. Los actores involucrados en la gestión, diseño y construcción del ambiente construido requieren, entonces, de una Guía metodológica para el análisis y diseño, y un Manual de buenas prácticas para la selección, construcción, mantenimiento y monitoreo de infraestructura y edificaciones resilientes, que esté disponible en una plataforma online, para ser utilizado en todo el territorio nacional (Ficha 5.14). Asimismo, habrá que definir cómo estas prácticas son incentivadas, ya sea mediante subsidios u otros mecanismos.

A otra escala, se necesita la definición e implementación de estándares de planificación urbana y territorial resiliente al clima considerando un enfoque integral de reducción de riesgo de desastres y la perspectiva multiescalar (espacial y temporal). Para lograrlo, se requiere perfeccionar el contenido de los Estudios de Riesgo para la formulación de instrumentos de planificación territorial (IPT), incluyendo marcos normativos, indicativos y mecanismos de implementación, atendiendo las distintas escalas de planificación y con una perspectiva multirriesgo para todo el territorio nacional.

Asimismo, separar la realización y aprobación de los estudios de riesgo del proceso de diseño de los IPT, debiendo ser un insumo de los estudios para evitar que sean objeto de cuestionamientos por motivos de planificación y gestión. La publicación de una guía metodológica para desarrollar el contenido de Estudios Multi-Riesgo para la formulación de IPT permitirá el desarrollo de estos instrumentos considerando la reducción de riesgo de desastres en sus distintas escalas, con criterios y metodologías estandarizados (Ficha 5.15). En esta guía se deben indicar los procedimientos metodológicos y orientaciones respecto a las variables a considerar, de forma que se puedan uniformar los niveles escalares de análisis teniendo en consideración la diversidad de condiciones geográfico-físicas de las distintas regiones del país.

Además, se propone la revisión de la Ley General de Urbanismo y Construcción (LGUC), así como la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), ya que el marco actual no permite incluir el riesgo, ya que se puede actuar solo sobre la amenaza. La confirmación del uso de estos estudios en la formulación de los IPT con perspectiva temporal, incluyendo comportamiento histórico observado, presente y escenarios previstos a mediano y largo plazo debe demostrarse mediante un informe que incluya el análisis de los niveles de exposición y vulnerabilidad multiamenaza históricos, presentes y futuros que fueron incorporados (Ficha 5.16). Por otro lado, los estudios de riesgo deben implementarse a nivel comunal en otros instrumentos de planificación o incorporando nuevos (Ej. Plan Comunal de Gestión de Riesgos, modificando el actual Plan de Emergencias). Finalmente, para que los IPT realmente logren ser implementados, es indispensable capacitar a los gobiernos regionales y municipios sobre el Enfoque Integral de Reducción de Riesgo de Desastre (o a quien corresponda la implementación de los IPT). Para ello, se necesitará definir un Plan de acción para capacitar autoridades, profesionales y encargados de la implementación de los IPT con un enfoque integral de la reducción de riesgo de desastres en sus distintas escalas (Ficha 5.17). Esta mirada multisectorial y transversal es coherente con la implementación de la planificación integrada planteada por la Política Nacional de Desarrollo Urbano (2014) que promueve la integración de acciones de carácter normativo, de inversión y de gestión.

VULNERABILIDAD Y SALUD POBLACIONAL

Las implicancias en salud pública debidas al cambio climático han sido ampliamente descritas por las agencias internacionales. A partir del IPCC del año 2012, ha aumentado la conciencia sobre el impacto que tienen los cambios ambientales sobre la salud de la población. De hecho, en la COP24, la OMS generó un reporte especial sobre Salud y Cambio Climático (WHO, 2018b) en el que se realizan varias recomendaciones a los tomadores de decisión, entre ellas, el favorecer la transición hacia energías limpias a fin de reducir las emisiones que deterioran la salud de las personas además de contemplar consideraciones sobre agricultura sostenible.

Por su parte, la OMS, desde el año 2013, comenzó a establecer lineamientos para que los países ejecuten diferentes estrategias para evaluar la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático, integrándolos dentro de otros varios procesos propios de salud ambiental. Para ello, se realizaron estudios de casos en Canadá, Yugoslavia, Brasil y Bolivia, identificando estrategias innovadoras para la construcción de capacidades nacionales, el mejoramiento en el análisis de datos, el establecimiento de prioridades, entre otras acciones (WHO, 2013). En general, estas recomendaciones permiten a los países establecer poblaciones vulnerables a los impactos en salud, definir prioridades para planes de adaptación y establecer costos asociados al control de estos impactos. Ya en estos documentos, la OMS establece con claridad que el cambio climático es uno más de los llamados determinantes de salud, bajo un modelo conceptual en el que se identifican indicadores de fuerzas motrices, de presión, estado, exposición y efecto. De esta manera, las políticas de energía, agricultura, transporte, los cambios demográficos, uso de la tierra y los procesos de urbanización actuarían como fuerzas motrices que afectan los impactos en salud mediados por los cambios climáticos. Indicadores de presión son, por ejemplo, las emisiones de gases de efecto invernadero, mientras que de exposición se identifican a los eventos extremos (inundaciones, ondas de calor), cambios ecosistémicos, escasez de agua, disponibilidad de alimentos y cambios en la distribución de vectores. Finalmente, los indicadores de efecto consideran a las enfermedades sensibles al clima, como las enfermedades respiratorias agudas y crónicas, diarreas, enferme-

dades vectoriales y mentales, malnutrición y lesiones. Desde este documento, la OMS colabora para que los países construyan sus perfiles de Clima y Salud, compilando evidencias generadas en todos los continentes. A nivel mundial, una de las principales conclusiones sobre los efectos del cambio climático sobre la salud de las personas es el aumento de riesgo de mortalidad debido a la contaminación del aire dentro de los hogares, que genera alrededor de 4,3 millones de muertes al año, y por contaminación en el exterior, asociada a 3,7 millones de muertes anuales (WHO, 2015).

Parte de estas recomendaciones fueron tomadas por Chile al elaborar el PACC Salud establecido como un instrumento articulador de la política pública para el cambio climático, en lo referido a los planes sectoriales. En este plan se establece que el sector Salud es de la mayor relevancia, ya que permite implementar medidas significativas para reducir vulnerabilidades y enfrentar los efectos del cambio climático en las personas. A la vez, reconoce que los problemas ambientales derivados de los fenómenos climáticos generarán varios impactos en la salud poblacional que deberán ser atendidos por el Minsal en función a las atribuciones que le otorga el Código Sanitario. Sin embargo, establece la importancia de la intersectorialidad requerida para establecer y fortalecer acciones con otras instituciones del Estado, organizaciones públicas y privadas, no gubernamentales y la academia, atendiendo a las complejidades ambientales y sociales propias de varios de los fenómenos de salud ambiental que se evidenciarán (MMA, 2016d).

En este documento fundante del MMA se indica que ante los eventos climáticos, las poblaciones humanas enfrentarán mayores desastres y eventos extremos que sin duda generarán consecuencias en la salud humana a nivel poblacional. Se establece que en la relación entre clima y salud se distinguen tres rutas:

- › Impactos directos, relacionados principalmente con cambios en la frecuencia de los eventos extremos incluyendo olas de calor, inundaciones y tormentas.
- › Efectos mediados por sistemas naturales, tales como vectores transmisores de enfermedades, brotes de enfermedades transmitidas por el agua y contaminación atmosférica.
- › Efectos fuertemente mediados por los sistemas humanos destacándose impactos ocupacionales, desnutrición y estrés mental.

De esta manera, en el PNCC-Salud, elaborado el año 2016 y con un plazo de ejecución hasta el año 2020, se reconoce que las condiciones ambientales locales influyen en el cómo las vías de exposición se manifiestan en una población específica, mientras que los sistemas de salud pública, las condiciones socioeconómicas (vulnerabilidad) y las medidas de adaptación participan en el cómo cada una de las vías de exposición se traduce en el impacto en salud efectivo que implica el cambio climático en la población.

A partir de evidencia nacional sobre las proyecciones de temperaturas y de precipitaciones (período 2031-2050), se identifican para Chile impactos en salud de alcance nacional, que consideran aumento de enfermedades infecciosas y de transmisión vectorial, lesiones, alteraciones mentales, enfermedades cardiorrespiratorias y alérgicas, contaminación de alimentos por toxinas marinas y otros compuestos químicos y aumentos de alteraciones de salud mental.

En el PNCC-Salud se indican otros impactos de alcance local asociados a fenómenos climáticos más bien específicos:

- › Zona Norte, entre región de Arica y Parinacota y el sector cordillerano de Antofagasta. Impactos en la distribución de enfermedades vectoriales e infecciosas.
- › Zona Centro, entre la región de Atacama y la región de Los Lagos. Enfermedades infecciosas, vectoriales, cardiorrespiratorias y alérgicas.
- › Zona Sur, entre el Canal de Chacao y la región de Aysén. Aumento de lesiones.
- › Zona Austral, región de Magallanes. Aumento de alteraciones oculares y de piel.

Además, este plan nacional establece que la adaptación a los impactos en salud se debe desarrollar mediante acciones de promoción, especialmente en escuelas, lugares de trabajo y comunidades. Junto a lo anterior, se debiera trabajar en el levantamiento y monitoreo de información, mediante sistemas de información de estadísticas sanitarias y ambientales. Es necesario también ocuparse de la creación de capacidades, tanto de infraestructura que permitan responder al aumento de demanda de atenciones de salud, como en la capacitación y formación de profesionales respecto a los efectos y a los procesos de adaptación al cambio climático, que requieren de un fortalecimiento de las instituciones locales de salud y ambiente.

En las acciones orientadas a la adaptación al cambio climático para el subsector Salud, no se identifican con claridad metas e indicadores verificables. Es por esto por lo que se propone la creación de una unidad coordinadora ejecutiva para el cambio climático dentro del Minsal, en colaboración con otros actores del Estado, para la cual es fundamental asegurar fondos de financiamiento y el desarrollo de objetivos estratégicos.

cos que guíen su accionar. Esta unidad sería la responsable de desarrollar programas de capacitación, a nivel central y regional, en los departamentos de Epidemiología, Salud Ambiental, Zoonosis y Vectores, Alimentos, Enfermedades transmisibles, etcétera, relacionados al cambio climático.

Lo mismo ocurre con las medidas de fortalecimiento de capital humano y la elaboración de estudios para establecer indicadores de ambiente y salud y su cuantificación, modelamiento del comportamiento de enfermedades vectoriales y zoonóticas, carga de enfermedades asociadas al cambio climático, proyecciones de demanda en la atención de salud a nivel de la red hospitalaria, entre otros. Para un adecuado funcionamiento del accionar de salud, es necesario establecer compromisos efectivos y verificables respecto a la generación de indicadores en zonas de monitoreos ambientales que pudieran asociarse al cambio climático, junto a metodologías y protocolos para la recolección de información necesaria para establecer y analizar dichos indicadores. Adicionalmente, se debe asegurar que se establezcan acciones de promoción y participación ciudadana, programas educativos específicos para las zonas de mayor vulnerabilidad, respuestas ante situaciones de emergencia provocadas por los impactos del cambio climático en salud humana, incluyendo inundaciones, avalanchas, nevazones, marejadas, sequías, incendios urbanos no químicos, incendios forestales y emergencias epidemiológicas. Una meta de adaptación de interés es realizar un diagnóstico de la infraestructura de los servicios asistenciales de salud y su capacidad de respuesta ante la ocurrencia de eventos extremos (meta 2017).

En estas medidas de adaptación se consideraron varias de las recomendaciones de la OMS. Sin embargo, ante la falta de indicadores, metas y al no contar con instrumentos de verificación de disponibilidad pública, se dificulta su cumplimiento a nivel país. En lo referido a medidas para la reducción de la vulnerabilidad de grupos poblacionales como niños menores de cinco años, mujeres embarazadas o que amamantan, personas mayores, pueblos originarios, personas pobres y otras poblaciones excluidas socialmente, poblaciones migrantes y desplazados que viven en zonas urbanas y rurales, estas son llamativamente escasas. A la fecha, las medidas se limitan a la realización de un diagnóstico de zonas vulnerables, al monitoreo sobre disminución de la disponibilidad y/o calidad del agua para bebida, junto a medidas que aseguren el abastecimiento de esta (plazo 2016-2017).

Para la OMS, la vulnerabilidad al cambio climático es el grado por el cual un sistema es susceptible o incapaz de lidiar con los efectos adversos de la variabilidad de condiciones meteorológicas. La vulnerabilidad de una población o de una localidad, es la suma de todos los riesgos y factores protectores que finalmente determinan si una subpoblación o área experimenta efectos adversos en salud.

La vulnerabilidad se evalúa en un territorio a partir de su clima basal, incluyendo la magnitud y frecuencia esperada de eventos climáticos extremos, así como por sus circunstancias geográficas, por ejemplo, si se trata de zona costera o urbana en las que la población se expone diferencialmente a los peligros ambientales asociados a los Cambios Climáticos. La vulnerabilidad de la población también es función de la efectividad y cobertura del sistema de salud pública y las instituciones relacionadas, reflejadas en la calidad de los programas de vigilancia y de control de enfermedades, así como de las condiciones basales de mortalidad y morbilidad; otros antecedentes de interés son la estructura demográfica de la población, la prevalencia de condiciones médicas preexistentes, inmunidad, condiciones genéticas, y otras cuestiones como capital social, distribución de recursos, grado de desarrollo económico, los que interactúan con los demás factores para establecer diferencias en la habilidad para adaptarse o responder a las exposiciones o etapas tempranas de las enfermedades ambientales.

Dentro de las recomendaciones de la OMS, se establece un primer paso para la evaluación de la vulnerabilidad, en la que se definen las áreas geográficas y los daños en salud de interés, junto con la definición de un plan de evaluación, con un equipo responsable y su correspondiente plan de comunicaciones. En un segundo paso, se deben establecer los riesgos en salud sensibles al cambio climático con las poblaciones y áreas de mayor riesgo, la capacidad actual de salud y de otros sectores para manejar estos riesgos en salud. En un tercer paso, se realiza una medición del impacto en salud con una estimación de la carga de salud adicional debida al cambio climático, para finalizar con la evaluación de la adaptación.

La mirada integral del PNCC-Salud evidencia que a la fecha hay varias tareas pendientes. En esta puesta al día, varias de las tareas sobre Clima y Salud que Chile requiere se han incorporado en el PACC Ciudades, que aborda puntos estratégicos para la gestión del agua y del aire, eficiencia energética, emergencias y desastres, entre otros, en los que participan como entidades responsables diversas instituciones públicas.

En aspectos directamente relacionados a Salud Ambiental, se evidencia la estrecha colaboración que debe desarrollarse y potenciarse entre los Ministerios de Salud y de Medio Ambiente. Esto aplica también

para varias otras acciones que se sugieren sean realizadas en el mismo PNCC-Salud exclusivamente por el MINSAL, en las áreas de Promoción de la Salud en el contexto del cambio climático establecido en las Fichas 6.6, 6.9 y 6.10.

Sin embargo, muchas de las acciones para reducir vulnerabilidades son específicas del quehacer del MINSAL, el que debe apoyarse en la abundante disponibilidad de recomendaciones generadas por la OMS en lo referido al cambio climático. En lo ya referido en el PACC Ciudades, se abordan temas específicos sobre islas de calor urbanas (Fichas 6.4, 6.5 y 6.8), así como la urgencia de realizar estudios nacionales para establecer líneas basales de indicadores de Ambiente y Salud, comportamiento de enfermedades vectoriales, carga de enfermedad o demanda de salud (Fichas 6.17, 6.18, 6.19 y 6.20). Es necesario indicar que todo lo referido al diseño de estudios en personas se aborda con metodologías propias de la Epidemiología Ambiental, lo que permite abrir espacios de colaboración con las universidades que disponen de capacidades avanzadas para realizar diversos estudios aún pendientes, junto con la participación activa del Minsal y su Departamento de Epidemiología, siguiendo una práctica de trabajo colaborativo similar en otros estudios de alcance nacional o regional sobre salud humana.

Así también, en las Fichas 6.21, 6.22 y 6.25 se establecen varias acciones para desarrollar, implementar y complementar diversas acciones y programas para la vigilancia sanitaria-ambiental que integra la vigilancia de la calidad del aire, aguas y alimentos en cuanto a peligros químicos y microbiológicos presentes en estas matrices, y que tienen estrecho contacto con las personas. En dichas vigilancias, se integran igualmente la de varias enfermedades y condiciones asociadas al clima, algunas de las cuales están presentes de manera parcial en las vigilancias actuales realizadas por el Minsal. Estos sistemas, además, serán fundamentales para reducir vulnerabilidades específicas en zonas vulnerables dadas las condiciones geográficas (por ejemplo, inundables), o etarias (por ejemplo, población infantil o embarazadas), o de tipo socioeconómicas (por ejemplo, zonas con alta pobreza). De manera complementaria, en las Fichas 6.9 y 6.10 se abordan brechas para el fomento y desarrollo de programas educativos en lo referido a salud urbana, mientras que en las Fichas 6.23 y 6.24 se abordan otras acciones complementarias respecto a participación comunitaria y poblaciones vulnerables.

RESIDUOS Y ECONOMÍA CIRCULAR

De acuerdo con datos oficiales publicados por el MMA (2018f), los residuos sólidos municipales (RSM) se han incrementado desde 7,5 millones de toneladas para el año 2016 a sobre los 8,2 millones para el año 2018 (Base de datos SINADER/RETC), lo que corresponde a un tercio del total de residuos generados hoy en Chile, principalmente en ciudades. Del total de residuos, el 97% es clasificado como no peligroso; del cual 59,8% es de origen industrial, 35,3% sólidos municipales y el resto correspondientes a lodos provenientes de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (1,9%). En la actualidad, en su gran mayoría estos son dispuestos principalmente en rellenos sanitarios y vertederos, con una baja tasa de valorización de estos por medio de mecanismos alternativos a la disposición final en relleno.

Si bien los rellenos sanitarios son instalaciones que cumplen las exigencias sanitarias y ambientales establecidas, estas no son suficientes desde el punto de vista ambiental y menos aún al considerar que Chile se ha propuesto avanzar hacia la adopción de estrategias en que los residuos deben ser considerados parte de una economía circular.

Desde la promulgación de la Ley de Bases Generales del Medioambiente (Ley 19.300) han existido importantes avances en materia de gestión asociados a sistemas de información de residuos, entre los que se encuentran: el inicio del Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos el 2005; la obligación desde 2009 de declarar en el marco del reglamento para el Manejo de Lodos Generados en Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas; el funcionamiento del Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) desde 2013 que incluye la declaración obligatoria tanto de municipios como empresas; y el Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP), a los que se puede acceder a través del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC). Estos catálogos o base de datos contienen, por tanto, información sobre las emisiones y transferencias al medio ambiente de sustancias químicas y materiales sobre las cuales se pueden estimar sus flujos, disposición final y valorización si la hubiere. No obstante, tales sistemas de gestión no han avanzado de manera de fomentar una gestión integral con enfoque de economía circular.

Chile, para avanzar hacia una estrategia de Gestión Integral de Residuos, elaboró la propuesta de una Política Nacional de Residuos 2018-2030, cuya visión es alcanzar una gestión sustentable de los recursos con un

enfoque de economía circular. La Política Nacional de Residuos considera la elaboración de decretos y reglamentos para implementar gradualmente la Ley REP para los seis productos prioritarios identificados en la ley (neumáticos, envases y embalajes, pilas, baterías, aceites lubricantes, y aparatos eléctricos y electrónicos).

Tal política, en complemento con los sistemas de información existentes, permiten registrar atributos de múltiples productos que circulan por el mercado de los residuos, además de estimar su generación, sistema de tratamiento final y potencial valorización final de estos productos en su categoría de residuos. Esta caracterización al interior de los catálogos descritos permiten tipificar también la forma en que el producto es eliminado del mercado, entre los que se encuentran: Disposición Final (Relleno Sanitario, Vertedero, Monorelleno, Basural, Recepción de Lodos en PTAS y Depósito de Seguridad), Eliminación vía Incineración sin Recuperación de Energía; opciones de Valorización (Preparación para Reutilización, Co-procesamiento, Lombricultura, Degradación Anaeróbica, Aplicación al suelo), Reciclaje (Papel, Cartón y productos del papel; Textiles; Plásticos; Vidrios y Residuos voluminosos); y finalmente la Recuperación de Energía (Coincineración e Incineración con Recuperación de Energía).

Estimación de emisiones en sector residuos

Actualmente, la estimación de Gases de Efecto de Invernadero en el sector de residuos, se estima principalmente a partir de aquellos que finalmente son dispuestos a nivel de rellenos. El tipo de emisiones que genera la disposición final en rellenos dependerá de la cantidad de material biodegradable y de la humedad del cuerpo de residuos, pero también de la tipología de disposición. Un relleno sanitario de acuerdo con lo que indica el DS 189/2005⁵ genera condiciones anaeróbicas de degradación, cuya producción de gas posee entre un 50-75% de metano (CH_4). Un 99% de los RSM del país llegan a disposición final, pero solo sitios ubicados en las zonas metropolitanas del Gran Santiago y el Gran Concepción recuperan el biogás para su valorización energética, con la consecuente mitigación de gases de efecto invernadero, principalmente metano. El resto de los sitios de disposición final del país se distribuye en sitios de disposición final segura y controlada, con emisión directa de biogás a la atmósfera; mientras que cerca de un 30% de los RSM llegan a vertederos no controlados, situación que es recurrente en los territorios periféricos de la centralidad regional. Estas divergencias se generan por la carencia de un sistema de gobernanza que permita articular la gestión entre municipios que cohabitan un mismo territorio, como de pocas opciones locales de sistemas de tratamientos alternativos que reduzcan la disposición final en relleno.

Las diferencias regionales en términos de opciones tecnológicas de tratamientos de residuos como opción a la disposición final (relleno sanitario con recuperación energía, relleno sanitario con emisiones difusas y vertedero) poseen variadas causas (gestión local, tipos de contratos, diversidad de proveedores, bajo fomento a aproximaciones alternativas, entre otras), siendo el DS 189/2005 determinante en establecer los criterios mínimos para su regulación. Respecto a las posibilidades en explorar nuevas aproximaciones y tecnologías, el DS 189/2005 posee una rigidez normativa que imposibilita que sitios ultraperiféricos o con características geográficas determinadas puedan contar con sitios de disposición segura y controlada (el mejor caso es isla de Pascua, donde es imposible cumplir con todas las exigencias DS 189/2005).

Asimismo, el DS 189/2005 no considera las emisiones de gases de efecto invernadero como criterio de desempeño ni como un elemento asociado a la exigencia operacional, en donde incluso exime del manejo de biogás a aquellas infraestructuras de disposición que posean menos de 6 metros de profundidad. Por lo tanto, se requiere dotar de flexibilidad normativa para promover que el 30% de RSM que hoy son dispuestos de manera irregular puedan tener las condiciones mínimas para el control de emisiones difusas, como también incorporar la exigencia de sistema de manejos de biogás para todos los sitios de disposición, con tal de apuntar a mitigar emisiones de gases de efecto invernadero, ya sea a través de combustión o aprovechamiento energético según la escala de acumulación (Bezama, 2013).

La principal aproximación para la mitigación de gases de efecto invernadero que los residuos generan al ser dispuestos finalmente en rellenos, es reducir la cantidad de estos que llegan a disposición final. Para esto, el mismo cuerpo normativo debiera incorporar alternativas tecnológicas como aproximaciones ya existentes y que han sido recogidas desde la legislación internacional comparada. En este contexto, la Ley de Fomento al Reciclaje permite avanzar a tal objetivo, permitiendo recuperar materiales que no debieran llegar a ser dispuestos.

Consecutivamente, se deben limitar la disposición de residuos a las tipologías de residuos que posean una capacidad calorífica menor a aquellas que resulten propicias para su valorización energética, con lo cual

5 Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.

se promoverían las tecnologías del tipo *waste to energy* o «recuperación de energía y materiales» post reciclaje. En este contexto, procesos de incineración y combustión con y sin recuperación de energía, así como la producción de combustible derivado de desechos (RDF) y cocombustión industrial (incluidos los hornos de cemento) (Onuma *et al.*, 2004; sección 7.3.3) serían una aproximación válida bajo estrictas regulaciones de captura de emisiones. Tales aproximaciones permitirían reducir la masa de desechos y puede compensar el uso de combustibles fósiles; además, se evitan emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con otras fuentes y la disposición final en relleno. (Consonni *et al.*, 2005). Estas se han aplicado ampliamente en muchos países desarrollados, especialmente en aquellos con espacio limitado para los vertederos, como Japón y muchos países europeos. A nivel mundial, alrededor de 130 millones de toneladas de residuos se queman anualmente en más de 600 plantas en 35 países (Themelis, 2003).

Finalmente, las aplicaciones de instrumentos económicos resultan claves para la disminución de flujos hacia la disposición final. La experiencia europea en el gravamen a la disposición final, interviniendo el mercado de tal forma que la disposición final posea un precio igual o mayor, a otras tecnologías de menor emisión gases de efecto invernadero, ha sido exitosa (Valenzuela, 2019), con impacto directo sobre las tasas de recuperación de materiales y el tratamiento biológico de los mismos, todo previo a la recuperación energética. Por lo tanto, la complementariedad de acciones fomenta la creación de economías circulares a nivel de flujo de materiales, reduciendo los volúmenes que serán dispuestos finalmente en rellenos.

Desafíos en la estimación de emisiones en el sector residuos

Acorde al Tercer Informe Bienal de Actualización Sobre Cambio Climático 2018 (MMA, 2018a), el sector residuos representó un 5,2% de las emisiones de gases de efecto invernadero nacionales con un total 5.801,1 Kt CO₂ eq; 95,4% más que desde 1990, en correlación con el aumento de la población. En términos de contribución por tipo de tratamiento, el 74,2% corresponden a disposición de residuos sólidos, seguido de un 24,7% de tratamiento y descarga de aguas residuales, 1,0% de tratamiento biológico de residuos sólidos y, finalmente, 0,01% de incineración y quema abierta de residuos. De acuerdo con estos datos y la información existente en los sistemas de información nacionales, es factible incorporar nuevas opciones de tratamiento descritas con anterioridad a la metodología de cálculo de emisiones propuestas por el IPCC, y con eso apuntar a la reducción de gases de efecto invernadero correspondientes a residuos sólidos.

En el marco del presente documentos, a través de las fichas analizadas se puede observar la existencia de una multiplicidad de acciones tendientes a diversificar los sistemas de tratamiento de residuos actuales. Entre los principales sistemas de tratamientos se encuentran la recuperación de biogás, conversión a compost, como la recuperación energética mediante diferentes tecnologías de combustión. Sin embargo, las iniciativas presentes en las fichas estudiadas no permiten cuantificar su propia generación de gases de efecto invernadero, o en su defecto, su potencial de abatimiento relativo en relación con aquellas que dejan producirse por medio de la disposición final. No obstante, estas pueden ser incorporadas acorde a las directrices de las metodologías expuestas en el Refinamiento de 2019 a las Directrices de 2006 del IPCC sobre Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.⁶

Sistematización de la información

Para sistematizar y cuantificar las emisiones generadas a nivel de tratamientos y disposición final de residuos urbanos, debemos conceptualizar el flujo de distintos materiales como un sistema de entrada y salida de residuos. Esta medición y caracterización de flujos debiera considerar cuatro niveles: cuantificación de emisiones en la reducción en la fuente o la prevención de residuos que incluye a la reutilización como mejor enfoque (nivel uno); cuantificación de emisiones en el ejercicio del reciclaje de materiales en un segundo nivel (nivel 2); cuantificación de emisiones de aquellos desechos que no pueden prevenirse ni reciclarse y que pueden ser utilizados por medio de recuperación de energía (nivel 3); y finalmente la cuantificación de emisiones en disposición final en relleno sanitario o incineración sin recuperación de energía. Los procesos involucrados en esta jerarquía poseen distintos niveles de emisiones acorde a las tecnologías para cada nivel, permitiendo así cuantificarlas acorde al tipo de tratamiento, utilizando la información existente en los sistemas de información ya existentes. Esto debiera fomentar localmente oportunidades para una ecología industrial y una adecuada aplicación de tratamientos acorde a la jerarquía de gestión de residuos y la política nacional de residuos.

6 «IPCC Updates Methodology for Greenhouse Gas Inventories», IPCC, <https://www.ipcc.ch/2019/05/13/ipcc-2019-refinement/>.

Para la estimación de flujos de materiales, los sistemas de información existentes deben incorporar relaciones entre flujos de entrada a cada nivel, como aquellos flujos que se disponen finalmente. Hoy, no se dispone de tal análisis de trazabilidad que permitan cuantificar el tipo de material que ingresa como materia prima y que se convierte en producto, con su relación en cuanto de este se dispone posterior a su uso final. Un ejemplo de esta aproximación es la cuantificación de residuos domiciliarios, la cual proviene de lo declarado en los sistemas de información, pero que carece de la determinación en específico por sector o unidad. A nivel industrial, la implementación de un catastro al modo RETC ha sido una de las formas que han permitido cuantificar la generación de estos; no obstante, solo se catastran cierto tipo de residuos, pudiendo incorporarse la estimación de emisiones por medio de factores de emisión por tipo de tratamiento.

Aun así, la comparación de nuestro registro de emisiones con otras experiencias internacionales como algunos registros europeos y el de Estados Unidos permiten establecer que, en términos generales, Chile dispone de abundante información de calidad respecto a las emisiones de contaminantes con cobertura nacional, incluyendo varios parámetros con implicancias sanitarias, sin embargo, se requiere mejorar su potencial de análisis y mejorar su acceso para los diversos actores interesados, sea el público general, la industria o la academia. Así, los sistemas de información existentes y sus datos contenidos pueden proveer información agrupada a nivel de ciudades, más allá de las estimaciones regionales.

Ahora bien, si a las ciudades las comprendemos como espacios compartimentados, tales sistemas de información permitirían desarrollar métricas en una primera unidad que incluya el consumo por hogar y su generación de residuos; una segunda unidad incluyendo industrias locales; una tercera incluyendo sector público; y una cuarta de sectores. Este catastro de información permitiría estimar la generación de emisiones por sector y por unidad para la estimación de los volúmenes de generación de residuos por ciudad, emisiones generadas y opciones de flujo en tratamientos existentes, como aquellos que pueden ser implementados y que poseen menores intensidades en su generación de emisiones.

Finalmente, la generación de este sistema de catastro para la cuantificación de emisiones permitiría la implementación de un adecuado sistema de monitoreo, reporte y verificación necesarios para la estimación de emisiones acordes a los flujos de materiales en sistemas de ciudades; y favoreciendo la inclusión de aproximaciones existentes para la creación de una economía circular. Este nuevo sistema podría estructurarse de modo similar al inventario de emisiones que hoy existe en el SINIA por área geográfica acoplado a los distintos tipos de tratamientos de residuos, favoreciendo la estimación de flujos de materiales y estimación de reducciones.

Sistema de medición, reporte y verificación a nivel de residuos

Chile debe avanzar hacia un sistema robusto y estandarizado de medición, reporte y verificación de gases de efecto invernadero. Si bien se han realizado iniciativas que apuntan a generar un sistema, como lo es actualmente el desarrollado para las acciones nacionales de mitigación apropiadas (NAMAs);⁷ la generación de un equipo técnico de MRV para (ETMRV-CHILE) permitiría aportar al mejoramiento de la transparencia de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero como de las acciones para mitigar el cambio climático. Es más, el desarrollo de tales sistemas sería complementario a la iniciativa del Ministerio de Energía para la implementación de instrumentos de precio al carbono (IPC), entre otras, ya que se carece de una herramienta genérica y estandarizada para la medición, reporte y verificación de gases de efecto invernadero a nivel de residuos.

En este sentido, un sistema de MRV bajo un modelo estandarizado de evaluación de conformidad (incluyendo organismos acreditados y empresas certificadoras) permitiría aplicar criterios comunes para iniciativas como Huella Chile, Acuerdos de Producción Limpia, Declaración de Emisiones (RETC), cuya información no tiene actualmente verificación ni métodos estandarizados equivalentes bajo criterios o alcances que permitan la estimación y reducción de incertidumbre, entre otros elementos que pueden afectar significativamente los resultados.

En relación con las actividades empresariales, si bien el programa Huella Chile permite la cuantificación de la huella de carbono organizacional de una empresa, indicadores de huella de carbono de productos, actividades y servicios bajo estándares ISO; estos debieran ser incentivados a nivel gubernamental de manera

7 «Directrices para un Marco Genérico de MRV para NAMAS en Chile», Ministerio del Medio Ambiente, <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/05/Directrices-MRV-Namas.pdf>.

de mejorar la calidad de la información de las bases de datos locales; pudiendo ser incluso una entrada de los sistemas de información existentes del RETC para estimación del peso de la generación de residuos en la huella organizacional.

Al sistematizar esta información se podría avanzar hacia incluir una etiqueta ambiental en cada producto que describa su huella de carbono, de manera de facilitar que las decisiones de compra de los consumidores consideren el impacto sobre el cambio climático. De esta manera, el acceso a tal nivel de información permitiría apoyar técnicamente información clave para Acuerdos de Producción Limpia (APL), como de políticas y normas (por ejemplo, Ley REP) descritas anteriormente, entre otras medidas o incentivos al tratamiento de residuos.

Metodologías para sistemas medición, reporte y verificación

En términos de metodología, actualmente los cálculos y estimaciones se basan en enfoques *top down* como de factores de emisión en bases de datos internacionales. En general, la información proviene principalmente desde bases de datos (ejemplo Ecoinvent) que alimentan a los sistemas de análisis de ciclo de vida (ACV). En este sentido, se necesita avanzar hacia el desarrollo de base de datos nacionales con enfoque de ciclo de vida y desarrollo de factores nacionales basados en la evidencia empírica como experimental, especialmente aquellas construidas con información sitio-específica. Experiencia de ello lo ha sido el sector eléctrico, en donde nuestros factores de emisión difieren de los existentes a nivel internacional por las particularidades de la matriz nacional.

Al respecto, las emisiones de gases de efecto invernadero varían significativamente en función de características particulares de sistemas, por ejemplo, condición geográfica y diseño del relleno sanitario, sistema de producción animal (estabulado o en pradera), dieta del animal, tipo de suelo en producción agrícola, entre otras. Las directrices del IPCC debieran tener una bajada y orientación para el desarrollo y aplicación en los distintos sectores y regiones del país. Finalmente, tal desarrollo aportaría a la estimación de impactos ambientales facilitando los análisis de ciclo de vida (ACV) de productos, pero con factores nacionales, pudiéndose estimar el aporte directo de las distintas áreas productivas al cambio climático. Tal desarrollo permitiría reducir la incertidumbre en el cálculo y que hoy se realizan con las actualizaciones provenientes de aproximaciones internacionalmente aceptadas.

Chile y economía circular

En Chile, la economía circular ha surgido como un ideal económico viable y particularmente relevante, capaz de orientar esfuerzos por cerrar las brechas mencionadas y llevar al país a la vanguardia de la transición hacia la sustentabilidad (Corfo, 2018). No obstante, el concepto de economía circular, política industrial que conduce a la circularización de procesos productivos a través del flujo de materiales, incorpora una multiplicidad de estrategias y aproximaciones como combinación de actividades de reducción, reutilización, reciclaje y tratamientos de salidas de procesos en diversos sectores industriales y que abarcan completamente la gestión integral de estos; y por tanto que pueden ser incluidos fácilmente en nuestros sistemas nacionales de información (RETC).

El concepto de economía circular es de gran interés tanto para los académicos como para los profesionales, ya que es visto como una operacionalización para que las empresas implementen estrategias encaminadas hacia un desarrollo sustentable, bajas en emisiones de carbono (Ghisellini, 2016; Murray, 2017). En este sentido, durante los últimos años, la Corfo ha impulsado el desarrollo de una Economía Circular a través de diversas iniciativas, entre la que destacan: Instrumento de Financiamiento «Prototipos de Innovación-Economía Circular», Instrumento de Financiamiento «Súmate a la Economía Circular», Convocatoria para la «Creación de un Centro Tecnológico de Economía Circular para la Macro Zona Norte del País» y el Programa de Formación para la Competitividad (PFC) «Economía Circular para Líderes del Cambio».

Realizando una revisión en la base de datos de revistas indexadas Scopus sobre la presencia de conceptos de Economía Circular y ACV, se observa que 58% de los artículos se enfoca al área energía, 56% en productos, 32% en agua, el 24% residuos sólidos y el 16% materias primas. En cuanto a los enfoques metodológicos de análisis y medición, el ACV es mencionado por el 35% de los estudios, la ecología industrial por el 32%, el análisis del flujo de materiales (MFA) por el 24%, simbiosis industrial por el 10% y la huella de carbono por el 8%. Sin embargo, este último es incluido en todos los ACV analizados. En este sentido, el fomento de la economía circular está estrechamente ligado a la huella de carbono y a metodologías estandarizadas que incluyen, para su difusión, la necesidad de verificación. Finalmente, las estrategias de economía circular incluyen indicadores asociados al cambio climático (huella de carbono, entre otras) bajo un sistema MVR. Tales estrategias de economía circular pueden implicar impactos significativos sobre la huella de carbono

de actividades, productos y servicios, los que no solo deben asociarse a la gestión de residuos sólidos, sino consideran energía, el desempeño de productos y la reducción del flujo de materiales; factores claves en el avance hacia una economía circular.

Prioridades

Chile ha avanzado de manera adecuada en el catastro, tipificación y sistematización de información en la generación de información para el área de residuos. No obstante, existen diversas iniciativas que apuntan a diversificar el tratamiento de estos en términos de la valorización, reutilización y reducción del consumo de materiales pero que no poseen una estimación de emisiones por tipo de tratamiento, así como una complementariedad para una adecuada transición hacia una economía circular. Por lo tanto, se requiere de una actualización pronta de los sistemas de información existentes que permitan ya no solo catastrar la información existente, sino la estimación de flujos de materiales. Complementariamente, se requiere de la determinación de factores de emisión por sistemas de tratamientos, aproximaciones o combinatorias entre estas y que se encuentran presentes en el concepto de *economía circular*, y que permitan la determinación de emisiones bajo condiciones nacionales. Esto además permitiría estar asociado a programas ya existentes, así como facilitar la estimación de la contribución de este sector en la generación de gases de efecto invernadero y su impacto en cambio climático, aportando a la realización de análisis de ciclo de vida que ya están siendo incorporados en las mismas evaluaciones y declaraciones de impacto ambiental en procesos productivos. Estas acciones son claves para comprender a nivel de cada ciudad la potencialidad que se posee en la creación de una economía circular basada exclusivamente en los flujos propios de cada una de ellas, sus particularidades geográficas y su flujo de materiales.

Debido a que las responsabilidades por la economía circular han sido asumidas en el marco de la Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentables (MMA, 2016c), con sus 158 iniciativas, en este informe no se presentan fichas de medidas. Este programa es la contribución chilena a la Década de la ONU en Producción y Consumo Responsable (2012-22) que surgió en la Cumbre de Desarrollo Sustentable (Río+20) en Río de Janeiro en 2012 como pilar central de la promoción de una economía verde global. Además, es el instrumento clave para abordar el ODS 12 (2015): Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.⁸

8 El Comité Interministerial de Consumo y Producción Sustentables (CCPS) fue creado en marzo 2014 para liderar este tema.

REFERENCIAS

- Adapt Chile (2016). Estrategias energéticas locales de Colina, Independencia, La Pintana, Recoleta, Santiago.
- Alberini, A. & Towe, C. (2015). «Information v. Energy Efficiency Incentives: Evidence from Residential Electricity Consumption in Maryland». *Energy Economics* 52: S30-40.
- Alberini, Anna, and Charles Towe. 2015. «Information v. Energy Efficiency Incentives: Evidence from Residential Electricity Consumption in Maryland» *Energy Economics* 52: S30-40.
- Analitis, A., et al. (2006). «Short-Term Effects of Ambient Particles on Cardiovascular and Respiratory Mortality.» *Epidemiology (Cambridge, Mass.)* 17(2): 230-33. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pub-med/16477266> (October 7, 2019).
- Angelini, K. (2017). «Climate Change, Health, and the Role of Nurses.» *Nurs Womens Health* 21(2): 79-83.
- Armesto, J., Arroyo, M., & Hinojosa, L. (2007). The Mediterranean environment of central Chile. In T. Teublen, K. R. Young, & A. R. Orme (Eds.), *The physical geography of South America* (pp. 184-199). Oxford: Oxford University Press.
- Asamblea legislativa del Distrito Federal de México. (2014). *Ley de Movilidad del Distrito Federal*, México.
- Avelberg, F. (2019). *Slapend onderweg. Potentieel van de internationale nachttrein van en naar Nederland*. Den Haag: KiM Netherlands Institute for Transport Policy Analysis.
- Barbosa, O., Tratalos, J., Armsworth, P., Davies, R., Fuller, R., Johnson, P., & Gaston, K. (2007). Who benefits from access to green space? A case study from Sheffield, UK. *Landscape and Urban Planning*, 83, 187-195.
- Bardosh, K. L., S. J. Ryan, K. Ebi, S. Welburn and B. Singer (2017). «Addressing vulnerability, building resilience: community-based adaptation to vector-borne diseases in the context of global change.» *Infect Dis Poverty* 6(1): 166.
- Barria, P., Cruzat, M.L., Cienfuegos, R., Gironás, J., Escauriaza, C., Bonilla, C., Moris, R., Ledezma, C., Guerra, M., Rodríguez, R., Torres, A. (2019). From multi-risk evaluation to resilience planning: the case of central Chilean coastal cities. *Water* 11, 572; DOI: 10.3390/w11030572.
- Barton, J.R. (2013). «Climate Change Adaptive Capacity in Santiago De Chile: Creating a Governance Regime for Sustainability Planning.» *International Journal of Urban and Regional Research* 37.6, 1916-1933.
- Basso, L., F. Feres and H. Silva (2019) The efficiency of Bus Rapid Transit (BRT) systems: A dynamic congestion approach. *Transportation Research Part B: Methodological*, 127, 47-71.
- Bedan, E. S., & Clausen, J. C. (2009). Stormwater runoff quality and quantity from traditional and low impact development watersheds 1. 998-1008.
- Benedict, M & McMahon, E. (2006). *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. 1st Edition. Washington, D.C. Island Press.
- Beria, P. (2016). Effectiveness and monetary impact of Milan's road charge, one year after implementation. *International Journal of Sustainable Transportation*, 10(7), 657-669.
- Berry, A. (2019). The distributional effects of a carbon tax and its impact on fuel poverty: A microsimulation study in the French context. *Energy policy*, 124, 81-94.
- Beugin, D. (2018). *Clearing the Air: How Carbon Pricing Helps Canada Fight Climate Change*. Canada's Ecofiscal Commission.
- Bezama, A., Douglas, C., Méndez, J., Szarka, N., Muñoz, E., Navia, R., Schock, S., Konrad, O. & Ulloa, C. (2013) Life cycle comparison of waste-to-energy alternatives for municipal waste treatment in Chilean Patagonia. *Waste Management & Research*. Vol. 31. Nº10: 67-74.
- Boggio, M., & Beria, P. (2019). The role of transport supply in the acceptability of pollution charge extension. The case of Milan. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 129, 92-106.
- Bosseboeuf D. (2015). «Energy Efficiency. Trends and Policies in the Household and Tertiary Sectors.» In *ODYSSEE-MURE*, ed. Programme of the European Union. <https://www.odyssee-mure.eu/publications/br/energy-efficiency-trends-policies-buildings.pdf> (October 15, 2019).
- Brenner, N. (2013). 'Tesis Sobre La Urbanización Planetaria' *Nueva Sociedad* 243, 38-66.
- Bunster, V.; Crawford, R. (2018): Hybrid LCI coefficients for Chilean building materials. figshare. Dataset. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.6727190.v3>
- Burke, J., R. Byrnes and S. Fankhauser (2019) Policy brief: Global lessons for the UK in carbon taxes. London School of Economics and University of Leeds.
- Burnett, R., Chen, H., Szyszkowicz, M., Fann, N., Hubbell, B., Pope, C. A., Spadaro, J. V. (2018). Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter. *PNAS*, 115, 9592-9597. <https://doi.org/10.1073/pnas.1803222115>.
- Bustamante, W. (2013) «Actualización reglamentación térmica de viviendas. Artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones». Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Bustamante, W., Bunster V, Ojeda JE, Vera S, Dietz A, Burdiles M. (2019). «Estudio para el diseño de viviendas sociales de baja o nula demanda térmica». Informe Final Estudio ID 608897-109-LP17 para el Ministerio del Medio Ambiente. 20 de agosto 2019.
- Bustamante, W. y Encinas F. (2012) «Parámetros de diseño y desempeño energético en edificios de clima mediterráneo». *Arq - Arquitectura, Diseño y Urbanismo*, Chile. (82):20-23.
- Bustamante, W., Encinas F., Otarola R.; Pino A. (2012). «Análisis de estrategias para confort térmico y lumínico de edificios en diferentes climas de la zona central de Chile.» *ARQ Arquitectura, Diseño y Urbanismo*, Chile. (82):16-19. (Santiago) (82).
- Bustamante, W., Vera, S., Prieto, A. and Vasquez, C. (2014) «Solar and Lighting Transmission through Complex Fenestration Systems of Office Buildings in a Warm and Dry Climate of Chile». *Sustainability*, Vol. 6, No 5, 2786-2801.

REFERENCIAS

- Campos-Caba, R. (2016). Análisis de marejadas históricas y recientes en las costas de Chile. Memoria del proyecto para optar al Título de Ingeniero Civil Oceánico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile. 136 pp.
- Carattini, S., Carvalho, M., & Fankhauser, S. (2018). Overcoming public resistance to carbon taxes. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 9(5), e531.
- Carbonnel, A., Aqueveque, C., Carmona, M. (2017) Vulnerabilidad ambiental del arbolado urbano. Levantamiento georreferenciado comunal, Chile, REVISTA AUS 21, 4-1, primer semestre 2017.
- Carrasco, C. (2009). «Morphology and Urban Microclimate Analysis of Spatial Form and Materials as Modelers Microclimate of Mediterranean Coastal Urban Fabric: The Case of the City of Valparaíso (Doctoral Thesis).» Universitat Politècnica de Catalunya. Rescatado en <http://www.tdx.cat/handle/10803/51572> el 18 de octubre de 2019.
- Carrasco, C., Palme, M., Ángel Gálvez, M., Inostroza, L., Padilla, U., & Fonseca, A. (2017). Urban Heat Island of Valparaíso, Chile - A Comparison between 2007 and 2016. In *IOP Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 245).
- Carvajal, M., Contreras-López, M., Winckler, y P., Sepúlveda, I. (2017). Meteotsunamis Occurring Along the Southwest Coast of South America During an Intense Storm. *Pure and Applied Geophysics*, 174(8), 3313-3323. doi: 10.1007/s00024-017-1584-0
- CCCM. (2010). Cluster Collective Centre Guidelines. UNHCR and IOM. <https://cccmcluster.org/resources/collective-centre-guidelines>
- CEDEUS. (2014). Manual de Carbono Municipal. Santiago. Una calculadora simple para incentivar el cálculo inicial, identificar sectores de mayor consumo, y responder con medidas y tecnologías apropiadas.
- CCG. (2012). Enfoque metodológico para evaluar la adaptación al cambio climático en la infraestructura pública del MOP. Desarrollado por el Centro de Cambio Global UC para el Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- CCG. (2013). Marco Estratégico para la Adaptación de la Infraestructura al Cambio Climático. Desarrollado por el Centro de Cambio Global UC para el Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- CCG, Greenlab, CEDEUS. (2017). Cambio Climático en la Región Metropolitana de Santiago. Profundización temática - Estrategia de Resiliencia Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. Santiago: Centro de Cambio Global UC, Greenlab UC y Cedeus UC para el Gobierno Regional Metropolitano.
- CR2. (2018). «Guía de referencia para la plataforma de visualización de simulaciones climáticas». Proyecto Simulaciones climáticas regionales y marco de evaluación de la vulnerabilidad. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 (FONDAP 1511009), mandado por el Ministerio del Medio Ambiente. Disponible en www.cr2.cl.
- Cerceda-Balic, F., et al. (2017). «Emission Factors for PM_{2.5}, CO, CO₂, NO_x, SO₂ and Particle Size Distributions from the Combustion of Wood Species Using a New Controlled Combustion Chamber 3CE.» *Science of the Total Environment* 584-585: 901-10.
- Charisi, S. (2017). «The Role of the Building Envelope in Achieving Nearly-Zero Energy Buildings (NZEBs).» *Procedia Environmental Sciences* 38: 115-20.
- Charisi, Stergiani. 2017. «The Role of the Building Envelope in Achieving Nearly-Zero Energy Buildings (NZEBs).» *Procedia Environmental Sciences* 38: 115-20.
- Charlot-Valdieu, C. y Outrequin, Ph. (2009 y 2011). *L'Urbanisme Durable*. Paris: Éditions du Moniteur.
- Christen A., Vogt R., Rotach M.W., Parlou E. (2002): First Results from BUBBLE I: Profiles of fluxes in the urban roughness sublayer. *AMS 4th Symposium on the Urban Environment*, Norfolk VA. 105-106.
- Cleugh, H.A. and Oke, T.R. (1986). «Suburban-rural energy balance comparisons in summer for Vancouver, B.C.». *Boundary Layer Meteorology*, 36, pp. 351-369.
- Clinton, WJ (2006). Lessons learned from tsunami recovery: key propositions for building back better, United Nations Secretary-General's Special Envoy for Tsunami Recovery, New York. Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/2054_VL108301.pdf.
- CNE. (2018). «Anuario Estadístico de Energía 2018.» <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2019/04/Anuario-CNE-2018.pdf> (October 7, 2019).
- CNID. (2016). Estrategia Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación para un Chile resiliente frente a desastres de origen natural.
- CNID-CREDEN. (2016). Hacia un Chile resiliente frente a desastres. Una oportunidad. Estrategia Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación para un Chile resiliente frente a desastres de origen natural. Recuperado de <http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/12/INFORME-DESASTRES-NATURALES.pdf>.
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.) (2016). *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. Gland, Switzerland: IUCN
- Colclough, S., Griffiths, P. & Hewitt, J. (2019). «Winter Performance of Certified Passive Houses in a Temperate Maritime Climate: NZEB Compliant?» In Springer, Cham, 103-13. http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-94595-8_10 (October 15, 2019).
- Colclough, Shane, Philip Griffiths, and Neil J Hewitt. 2019. «Winter Performance of Certified Passive Houses in a Temperate Maritime Climate: NZEB Compliant?» In *Sustainable Building for a Cleaner Environment: Selected Papers from the World Renewable Energy Network's Med Green Forum 2017*, ed. Ali Sayigh. Cham: Springer International Publishing, 103-13
- Collins, M., & Curtis, J. (2018). «Willingness-to-Pay and Free-Riding in a National Energy Efficiency Retrofit Grant Scheme.» *Energy Policy* 118: 211-20.

REFERENCIAS

- Collins, S., Corsellis, T., Vitale, A. (2010). Transitional shelter: understanding shelter from the emergency through reconstruction and beyond. Case Study No.5. ALNAP Innovations. <http://www.alnap.org/resource/5840>.
- Comisión Europea (2014). Construir una infraestructura verde para Europa.
- Comstock, Maggie; Garrigan, Curt; Pouffary, Stéphane. 2012. Building Design and Construction: Forging Resource Efficiency and Sustainable Development.
- Considine, T., & Sapci, O. (2016). «The Effectiveness of Home Energy Audits: A Case Study of Jackson, Wyoming.» *Resource and Energy Economics* 44: 52-70.
- Cozens, P. (2008). Public health and the potential benefits of crime prevention through environmental design. *New South Wales public health bulletin*, 18(12), 232-237.
- Crawford, R.H. (2011) Life cycle assessment in the built environment, Taylor and Francis, London.
- CREDEN. (2016). Estrategia Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación para un Chile resiliente frente a desastres de origen natural. Comisión Nacional para la resiliencia frente a desastres de origen natural. Santiago. 170 pp.
- Davies, D., & Trabucco, D. (2018). «Embodied Carbon of Tall Buildings: Specific Challenges.» In *Embodied Carbon in Buildings*, Cham: Springer International Publishing, 341-64. http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-72796-7_16 (September 24, 2019).
- Davis, M., Krüger, I & Hinzmann, M (2015). Policy Brief No. 4, Coastal Protection and SuDS – Nature-Based Solutions. Ecologic Institute.
- De Montis, A., Caschili, S., Ganciu, A., Ledda, A., Paoli, F., Puddu, F., & Barra, M. (2016). Strategic environmental assessment implementation of transport and mobility plans. The case of Italian regions and provinces. *Journal of Agricultural Engineering*, 47(2), 100-110.
- Dessus, Sébastien, and David O'Connor. 2003. «Climate Policy without Tears CGE-Based Ancillary Benefits Estimates for Chile.» *Environmental and Resource Economics* 25(3): 287-317.
- Dobbs C., Hernandez A., Reyes-Paecke, S., Miranda M. (2018). Exploring temporal dynamics of urban ecosystem services in Latin America: the case of Bogota (Colombia) and Santiago (Chile). *Ecological Indicators* 85, 1068-1080
- Dodman, D. (2009). Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. *Environment and urbanization*, 21(1), 185-201.
- Donovan G., et al (2013) The Relationship Between Trees and Human Health. Evidence from the Spread of the Emerald Ash Borer. *Am J Prev Med* 44, 139-45.
- Dunning, J.B., Jr., R. Borgella Jr., K. Clements, and G.K. Meffe. (1995) Patch isolation, corridor effects, and colonization by a resident sparrow in a managed pine woodland. *Conservation Biology* 9:542-550
- Ebi, K. L., C. Boyer, K. J. Bowen, H. Frumkin and J. Hess (2018). «Monitoring and Evaluation Indicators for Climate Change-Related Health Impacts, Risks, Adaptation, and Resilience.» *Int J Environ Res Public Health* 15(9).
- Ecobase construcción innova CORFO 13bpc3-19204 CORFO programa de bienes públicos para la competitividad «Desarrollo de un Sistema de Manejo de Información ambiental para Análisis de Ciclo de Vida, a través de una Plataforma Tecnológica, para mejorar la sustentabilidad y competitividad de la Industria de la Construcción», Cofinanciado por InnovaChile de CORFO y tuvo por mandantes al MINVU, el MMA, la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) y el Instituto de la Construcción (IC).
- Egas, C. et al. (2018). «Contaminación urbana por material particulado y su efecto sobre las características morfoanatómicas de cuatro especies arbóreas de Santiago de Chile» *Información tecnológica* 29(4): 111-18.
- Eliasson, I. (1996). Intra-Urban Nocturnal Temperature Differences: A Multivariate Approach. Göteborg University, Department of Physical Geography, Laboratory of Climatology, Earth Sciences Centre, S- 41381. Göteborg, Sweden.
- Eliasson, J. (2014). The Stockholm congestion charges: an overview. Stockholm: Centre for Transport Studies CTS Working Paper, 7, 42.
- Ellison, A. B., Greaves, S. P. (2015). Speeding in urban environments: are the time savings worth the risk? *Accident Analysis & Prevention*, 85, 239-247. OECD.
- Elmqvist, T., Fragkias, M., Googness, J., Gúneralp, B., Macotullio, P., McDonald, R., Parnell, S., Schewenius, M., Sendstad, M., Seto, K & Wilkinson, C. (2013). Urbanization biodiversity and ecosystem services: Challenges and opportunities. Springer.
- Encinas, F., Aguirre, C., Truffello, R., & Hidalgo, R. (2019). «Especulación, renta de suelo y ciudad neoliberal. O porqué con el libre mercado no basta». *ARQ*, 102 (Especulación): 120-133
- Encinas, F., Marmolejo-Duarte, C., Sánchez de la Flor, F. & Aguirre, C. (2018). «Does Energy Efficiency Matter to Real Estate-Consumers? Survey Evidence on Willingness to Pay from a Cost-Optimal Analysis in the Context of a Developing Country.» *Energy for Sustainable Development* 45: 110-23.
- EPA. (2012). «Profiles in Leadership – Energy Star.» Piet Eichholtz, By et al. 2010. «Doing Well by Doing Good? Green Office Buildings.» <http://www.aeaweb.org/articles.php?doi=10.1257/aer.100.5.2494> (September 4, 2019).
- EPA. (2018). Green Vehicle Guide, Routes to lower greenhouse gas emissions transportation future. «Assessing California's Climate Policies Transportation» Mac Taylor, LAO. Environmental Protection Agency.
- Escobedo, F., Nowak, D., Wagner, J., De la Maza, C., Rodríguez, M., Crane, D. y Hernandez, J. (2006).

REFERENCIAS

- The Socioeconomics and Management of Santiago de Chile's Public Urban Forests. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4, 105-14.
- Escudero-Peña, N. (2017). Movilidad urbana y ciudad sustentable. Las experiencias de los casos de Curitiba y de Nantes, desde la perspectiva de la sustentabilidad. Santiago de Chile: Fondo de Cultura Económica.
- EU. (2018). 2018/844 of the European Parliament and the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency, vol. 2018, no. European Commission, Directive (EU). May 2010. 2018, pp. 75-91.
- EU. (2012). 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC Text with EEA relevance. European Union, Directive (EU).
- Feist, W., J. Schnieders, V. Dorer, & A. Haas. (2005). «Re-Inventing Air Heating: Convenient and Comfortable within the Frame of the Passive House Concept.» *Energy and Buildings* 37(11): 1186-1203.
- Fercovic López, J. M., Foster, W., & Melo Contreras, Ó. A. (2019). Economic development and residential water consumption in Chile. *Environment and Development Economics*, 24(1), 23-46.
- Fernández, V. (2020) Ciudades y territorios frente a la crisis climática. Miradas cruzadas a algunos desafíos climáticos en Chile (manuscrito no publicado).
- Fernández de Gatta, D. (2018). La Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas: Un nuevo instrumento para proteger la Biodiversidad. *Actualidad Jurídica Ambiental*, 81. Sección «Comentarios». 62 pp.
- Fernández, P. y Vargas, A. (2011) Conflicto entre arbolado e Infraestructura, *Revista Agronomía y Forestal UC* N°43, diciembre, 32-36.
- Figenbaum, E. (2017). Perspectives on Norway's supercharged electric vehicle policy. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 25, 14-34.
- FOSIS. (2010). Manual de recomendaciones técnicas para la vivienda de emergencia post-terremoto. Habitabilidad, Ministerio de Planificación, Gobierno de Chile, Santiago, Chile, 2010. R.M.
- Fouchier, V. (1997). Les densités urbaines et le développement durable. Paris: Edition SGVN.
- Gallardo, L., Barraza, F., Ceballos, A., Galleguillos, M., Huneus, N., Lambert, F., Ibarra, C., Munizaga, M., O'Ryan, R., Osses, M., Tolvet, S., Urquiza, A. and Véliz, K.D. (2018). Evolution of air quality in Santiago: The role of mobility and lessons from the science-policy interface. *Elementa Science of the Anthropocene*, 6(38).
- Garay M, F. Pfenninger B, R. Tapia Z, J. Larenas S (2016). Viviendas de emergencia; criterios técnicos y reglamento para estándares de calidad de viviendas y conjuntos de viviendas en asentamientos provisorios, Fundación Vivienda, Santiago, Chile, pp. 120-140. Recuperado en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/141931> el 7 octubre 2019.
- Gehl, J. (2010). *Cities for people*. Washington: Island Press.
- Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S.. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *J. Clean. Prod.* 114, 11-32. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615012287> [Accessed August 18, 2016].
- Gironás, J., Yáñez, G. (2019). Impactos y adaptación en infraestructura. *Cambio Climático: Un enfoque multidisciplinario*. Centro de Cambio Global UC, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- González, D., Monsalve, M., Moris, R., Herrera, C. (2018). Risk and Resilience Monitor: Development of multiscale and multilevel indicators for disaster risk management for the communes and urban areas of Chile, *Applied Geography*, Vol. 94, pp. 262-271. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.03.004>.
- González, M.J.; García Navarro, J. (2006). «Assessment of the Decrease of CO2 Emissions in the Construction Field through the Selection of Materials: Practical Case Study of Three Houses of Low Environmental Impact.» *Building and Environment* 41(7): 902-9.
- Gössling, S., Choi, A., Dekker, K., & Metzler, D. (2019). The social cost of automobility, cycling and walking in the European Union. *Ecological economics*, 158, 65-74.
- Gouveia, N. et al. 2018. «Effects of Air Pollution on Infant and Children Respiratory Mortality in Four Large Latin-American Cities.» *Environmental Pollution* 232 (2018): 385-91.
- Greene, D. L., Park, S., & Liu, C. (2014). Analyzing the transition to electric drive vehicles in the US. *Futures*, 58, 34-52.
- Grimmond C. S. B., Oke T. R. (1995). Comparison of heat fluxes from summertime observations in the suburbs of four North American cities. *Journal of Applied Meteorology*. Vol. 34, pp. 873-889.
- Grindle, M. (1996). *Challenging the State. Crisis and Innovation in Latin America and Africa*. Cambridge University Press.
- Grindle, M. (2000). *Designing reforms: Problems, Solutions, and Politics*. Faculty Research Working Paper Series, Harvard University.
- Grindle, M. (2007). Good enough governance revisited. *Development Policy Review*, 25 (5): 553- 574.
- Hallegatte, S., Green, C., Nicholls, R.J., Corfee-Morlot, J. (2013). Future flood losses in major coastal cities. *Nature Climate Change*, 3, 802-806.
- Hammad, A., Akbarnezhad, A., & Oldfield, P. (2018). «Optimising Embodied Carbon and U-Value in Load Bearing Walls: A Mathematical Bi-Objective Mixed Integer Programming Approach.» *Energy and Buildings* 174: 657-71.
- Hayes, K. and B. Poland (2018). «Addressing Mental Health in a Changing Climate: Incorporating Mental Health Indicators into Climate Change and Health Vulnerability and Adaptation Assessments.» *Int J Environ Res Public Health* 15(9).

REFERENCIAS

- Healey, P. (2006). Transforming governance: Challenges of institutional adaptation and a new politics of space. *Journal of European Planning Studies*, 14 (3)299-320.
- Heinen, E., & Mattioli, G. (2019). Multimodality and CO₂ emissions: A relationship moderated by distance. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 75, 179-196.
- Heinrichs, D., K. Krellenberg, and M. Fragkias. (2013). «Urban Responses to Climate Change: Theories and Governance Practice in Cities of the Global South.» *International Journal of Urban and Regional Research* 37.6 (201): 1865-1878.
- Hellmund, P. & Smith, D. (2006) *Designing Greenways: Sustainable Landscapes for Nature and People*. Washington: Island Press
- Henríquez, C. y Barton, J.R. (2012). Cap. VIII, Fortalecimiento de la gestión ambiental municipal. Centro de Políticas Públicas UC.
- Hirons, A.D. and Sjöman, H. (2018). Tree species selection for green infrastructure: a guide for specifiers. *Trees & Design Action Group*.
- Honold, J. y Parrochia, J. (1960). Plan Intercomunal de Santiago 1960, Proyecto original, Dirección de Planeamiento y Urbanismo, MOP.
- Hood, C. (1991). A public management for all seasons? *Public Administration* 69, 3-19.
- IEA y UNEP. (2018). 2018 Global Status Report: towards a zero emission, efficient and resilient buildings and construction sector. (International Energy Agency and the United Nations Environment Programme).
- IEA. (2018). «World Energy Outlook» Organisation for Economic Co-operation and Development / International Energy Agency (OECD/IEA), Paris, France.
- IFRC. (2010). World Disasters Report: Focus on Urban Risk. Recuperado de <http://www.ifrc.org/en/publications-and-reports/world-disasters-report/wdr2010/>.
- INE. (2017). Chile: Proyecciones y Estimaciones de Población. Total país. Período de Información: 1950-2050. Santiago de Chile: Instituto Nacional de Estadísticas.
- Inostroza, L. Bauer, R. y Csaplovics, E. (2013). Urban sprawl and fragmentation in Latin America: a dynamic quantification and characterization of spatial patterns. *Journal of Environmental Management*, 115, 87-97. doi: 10.1016/j.jenvman.2012.11.007
- IEA y UNEP. (2018): 2018 Global Status Report: towards a zero emission, efficient and resilient buildings and construction sector. International Energy Agency and the United Nations Environment Programme
- IPBES. (2018). Summary for policymakers of the regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. J. Rice, C.S. Seixas, M.E. Zaccagnini, M. Bedoya-Gaitán, N. Valderrama, C.B. Anderson, M.T.K. Arroyo, M. Bustamante, J. Cavender-Bares, A. Díaz-de-León, S. Fennessy, J. R. García Márquez, K. García, E.H. Helmer, B. Herrera, B. Klatt, J.P. Orneto, V. Rodríguez Osuna, F.R. Scarano, S. Schill and J. S. Farinaci (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 41 p.
- IPCC. (2018). *Global warming of 1,5° C*. Geneva: WMO-UNEP Kamal, Athar, Sami G. Al-Ghamdi, and Muammer Koç. 2019. «Role of Energy Efficiency Policies on Energy Consumption and CO₂ Emissions for Building Stock in Qatar.» *Intergovernmental Panel on Climate Change. Journal of Cleaner Production* 235: 1409-24.
- IPCC. (2014). Anuario estadístico de energía 2018 datos certificados en Blockchain.
- IPCC. (2014 b). Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (R. K. Pachauri y L. Meyer, Eds.). Recuperado de <http://epic.awi.de/37530/>
- IPCC. (2019). Report of 49th session of the IPCC. Kyoto, Japan, 8 - 12 May 2019.
- ITF/OECD (2018). Speed and Crash Risk. International Traffic Safety Data and Analysis Group (IRTAD), International Transport Forum (ITF).
- Iturriaga, S., Seisdedos, S (2012). «Sistema integrado de Vías Verdes en los cursos de agua metropolitanos», en: AAVV, PROPUESTAS PARA CHILE, Santiago de Chile: Ediciones UC, 139-176.
- Kamal, Athar, Sami G. Al-Ghamdi, and Muammer Koç. 2019. «Role of Energy Efficiency Policies on Energy Consumption and CO₂ Emissions for Building Stock in Qatar.» *Journal of Cleaner Production* 235: 1409-24.
- Kenworthy, J. R. (2003). Transport energy use and greenhouse gases in urban passenger transport systems: a study of 84 global cities. In: International Sustainability Conference, 17-19 September, Fremantle, Australia.
- Keuken, M. P., Jonkers, S., Wilmink, I. R., & Wesseling, J. (2010). Reduced NO_x and PM₁₀ emissions on urban motorways in The Netherlands by 80 km/h speed management. *Science of the Total Environment*, 408(12), 2517-2526.
- Kikigawa Y., Ohashi Y., Kondo H. (2007). Observed and simulated effects of urban canopy on air temperatures in summer Tokyo. 7th Conference on Urban Environment. San Diego, CA.
- Kolokotroni, M., X. Ren, M. Davies, & A. Mavrogianni. (2012). «London's Urban Heat Island: Impact on Current and Future Energy Consumption in Office Buildings.» *Energy and Buildings* 47: 302-11.
- Kotchen, M. J., Turk, Z. M., & Leiserowitz, A. A. (2017). Public willingness to pay for a US carbon tax and preferences for spending the revenue. *Environmental Research Letters*, 12(9), 094012
- Krellenberg, K et al. (2017). Cambio climático: Vulnerabilidad urbana y adaptación a nivel municipal. Santiago, RIL.
- Krellenberg, K y Hansjuergens, B. eds. (2014). *Climate Adaptation Santiago. El diagnóstico, y desarrollo de del Plan de Adaptación Metropolitana de Chile con el GORE y SEREMI Medio Ambiente*.

REFERENCIAS

- Kuo, F. E. (2011). Parks and Other Green Environments: 'Essential Components of a Healthy Human Habitat'. *Australasian Parks and Leisure*, 14(1), 10.
- Landrigan, Philip J et al. (2018). «The Lancet Commission on Pollution and Health.» *Lancet (London, England)* 391(10119): 462-512. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29056410>., en 7 octubre 2019.
- Langevin, Jared, Chioke B. Harris, and Janet L. Reyna. 2019. «Assessing the Potential to Reduce U.S. Building CO2 Emissions 80% by 2050.» *Joule*. Kamal, Athar, Sami G. Al-Ghamdi, and Muammer Koç. 2019. «Role of Energy Efficiency Policies on Energy Consumption and CO2 Emissions for Building Stock in Qatar.» *Journal of Cleaner Production* 235: 1409-24.
- Letnik, T., Marksel, M., Luppino, G., Bardi, A., & Božnik, S. (2018). Review of policies and measures for sustainable and energy efficient urban transport. *Energy*, 163, 245-257.
- Levinson, D. (2010). Equity effects of road pricing: A review. *Transport Reviews*, 30(1), 33-57.
- Levy, K., S. M. Smith and E. J. Carlton (2018). «Climate Change Impacts on Waterborne Diseases: Moving Toward Designing Interventions.» *Curr Environ Health Rep* 5(2): 272-282.
- Li, D. H.W., Yang, L. & Lam, J. (2013). «Zero Energy Buildings and Sustainable Development Implications – A Review.» *Energy* 54: 1-10.
- Li, W., Joh, K., Lee, C., Kim, J. H., Park, H., & Woo, A. (2015). Assessing benefits of neighborhood walkability to single-family property values: A spatial hedonic study in Austin, Texas. *Journal of Planning Education and Research*, 35(4), 471-488.
- Los Ángeles & San Gabriel Rivers Watershed Council (2010), Water Augmentation Study; Research, Strategy, and Implementation Report.
- Lu, C., Tong, Q., & Liu, X. (2010). The impacts of carbon tax and complementary policies on Chinese economy. *Energy Policy*, 38(11), 7278-7285.
- Mabry, K. E. y G. W. Barrett (2002) Effects of corridors on home range sizes and interpatch movements of three small mammal species. *Landscape Ecology* 17:629-636.
- Mac Taylor (2018). Assessing California's Climate Policies—Transportation. Sacramento: Legislative Analyst's Office. El reporte detalla los resultados de las políticas de reducción de GEI en California. Nordic EV Outlook 2018.
- Madireddy, M., De Coensel, B., Can, A., Degrauwe, B., Beusen, B., De Vlieger, I., & Botteldooren, D. (2011). Assessment of the impact of speed limit reduction and traffic signal coordination on vehicle emissions using an integrated approach. *Transportation research part D: transport and environment*, 16(7), 504-508.
- Markanday, A. et al. (2019). A critical review of cost-benefit analysis for climate change adaptation in cities. *Climate Change Economics* doi 10.1142/S201000781950014.
- Märker M., CP., Castro, G., Rodolfi. (2015). Análisis integrado de las condiciones de amenaza natural en el medio ambiente costero semiárido de Chile. *La Serena, Coquimbo. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 67: 213-231.
- Marshall, J. D., Brauer, M., & Frank, L. D. (2009). Healthy neighborhoods: walkability and air pollution. *Environmental health perspectives*, 117(11), 1752-1759.
- Martínez, C. (2014). Factores de vulnerabilidad y Reconstrucción post terremoto en tres localidades costeras chilenas: ¿Generación de nuevas áreas de riesgo? *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 43 (3): 529-558.
- Martínez, C., Contreras-López, M., Winckler, P., Hidalgo, H. Godoy, E., Agredano, R. (2018). Coastal erosion in central Chile: a new hazard? *Ocean and Coastal Management*, 156: 141-155. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.07.011>
- Martínez, C., Moris, R., Qüense, J. (2016). Capítulo VIII: Valoración de las áreas de riesgo por tsunami y potencial de evacuación: propuestas para la reducción del riesgo de desastres a escala local. En *Propuestas para Chile. Concurso de Políticas Públicas UC 2016*. Universidad Católica de Chile, Santiago. <https://politicaspUBLICAS.uc.cl/wp-content/uploads/2017/04/CAP-8.pdf>.
- Massink, R., Zuidgeest, M., Rijnsburger, J., Sarmiento, O. L., & Van Maarseveen, M. (2011). The climate value of cycling. In *Natural Resources Forum* (Vol. 35, No. 2, pp. 100-111). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- McAndrews, C. et al. (2010) Climate change and urban transportation in Latin America: Analysis of recent projects. *Transportation Research Record* 2191, 128-135.
- Mexia, T., Vieira, J., Príncipe, A., Anjos, A., Silca, P., Lopes, N., Freitas, C., Santos-Reis, M., Correia, O., Brinquinho, C. y Pinho, P. (2018). Ecosystem services: Urban parks under a magnifying glass. *Environmental Research*, 160, 469-478.
- Milly, P.C., Betancourt, D.J., Falkenmark, M., Hirsch, R.M., Kundzewicz, Z.W., Lettenmaier, D.P. & Stouffer, R.J. (2008). Stationarity is dead: Whither water management. *Science* 319, 573-574.
- Mingardo, G., van Wee, B., & Rye, T. (2015). Urban parking policy in Europe: A conceptualization of past and possible future trends. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 74, 268-281.
- Ministerio das Cidade de Brasil. (2013). *Lei da Mobilidade*, Brasil.
- MIDESO. (2017). Estimación del Precio Social del CO2. División de evaluación Social de Inversiones. Sistema Nacional de Inversiones. Ministerio de Desarrollo Social.
- MINECON y MMA. (2015). Plan de adaptación al cambio climático para pesca y acuicultura. Documento elaborado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo) y el Departamento de Cambio Climático (Ministerio del Medio Ambiente). Santiago, Chile. 79 pp.
- Ministerio de Energía. (2017). *Balance Nacional de Energía*. Santiago: Ministerio de Energía.

REFERENCIAS

- Ministerio de Energía. (2018). «Balance Nacional de Energía – Energía Abierta | Comisión Nacional de Energía.» <http://energiaabierta.cl/visualizaciones/balance-de-energia/> (October 15, 2019).
- MINVU. (2014). NTM 11. Norma Técnica N° 11. Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- MINVU. (2017) Guía «La dimensión humana en el espacio público: Recomendaciones para el análisis y diseño». Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- MMA. (2014). Primer Informe Bienal de Actualización de Chile: Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Ante el Cambio Climático. Recuperado en November 8, 2019.
- MMA. (2016a). *Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Salud*. Ministerio del Medio Ambiente, julio 2016.
- MMA. (2016b). Segundo informe bienal de actualización de Chile sobre cambio climático. www.thegef.org. Recuperado en noviembre 8, 2019.
- MMA. (2016c). Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentables. Santiago.
- MMA. (2017a). Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Santiago, Chile. Recuperado en November 8, 2019.
- MMA. (2017b). Informe del inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile, serie 1990-2013. Santiago: Ministerio Medio Ambiente.
- MMA. (2017c). Guía de apoyo docente en cambio climático. Santiago, MMA.
- MMA. (2018a). Tercer informe bienal de actualización de Chile sobre cambio climático 2018. Recuperado en <http://www.thegef.org> en 8 noviembre 2019. ISBN: 978-956-7204-55-7.
- MMA. (2018b). Guía de calidad del aire y educación ambiental. Recuperado en <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf> el 7 de octubre de 2019.
- MMA. (2018c). Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades 2018-2022.
- MMA. (2018d). Guía de referencia para la plataforma de visualización de simulaciones climáticas. Proyecto Simulaciones climáticas regionales y marco de evaluación de la vulnerabilidad. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 (FONDAP 1511009) mandado por el MMA. Julio de 2018.
- MMA. (2018e). Identificación de ecosistemas continentales y los servicios ecosistémicos que estos proveen. Ciencia Ambiental Consultores informe Final para MMA.
- MMA. (2018f). «Cuarto reporte del Estado del Medio Ambiente», Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. ISBN 978-956-7204-74-8. Accesible en https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/02/Cuarto-REMA-comprimido_compressed_compressed.pdf
- MOP. (2012). Enfoque metodológico para evaluar la adaptación al cambio climático en la infraestructura pública del MOP. Centro de Cambio Global UC (CCG) desarrollado para el Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- MOP. (2013). Marco Estratégico para la Adaptación de la Infraestructura al Cambio Climático. Centro de Cambio Global UC (CCG) (2013) desarrollado para el Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- Mullaney J., Lucke, T. y Trueman, S. (2015) A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. *Landscape and Urban Planning* 134, 157-66.
- Murray, A., Skene, K., Haynes, K.. (2017). The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *J. Bus. Ethics* 140 (3), 369-380. Available at:<http://link.springer.com/10.1007/s10551-015-2693-2> [Accessed February 16, 2017].
- Nagy, G. J., W. L. Filho, U. M. Azeiteiro, J. Heimfarth, J. E. Verocai and C. Li (2018). «An Assessment of the Relationships between Extreme Weather Events, Vulnerability, and the Impacts on Human Wellbeing in Latin America.» *Int J Environ Res Public Health* 15(9).
- Narayan, S., Beck, M. W., Wilson, P., Thomas, C. J., Guerrero, A., Shepard, C. C., Reguero, B.G., Franco, G., Ingram, J.C., Trespalacios, D. (2017). The Value of Coastal Wetlands for Flood Damage Reduction in the Northeastern USA. *Scientific Reports*, 7(1), 9463 - 9462.
- National Association of City Transportation Officials. (2014). *Urban street design guide*. Washington: Island Press.
- Navarrete-Hernandez, P., y Laffan, K. (2019). A greener urban environment: Designing green infrastructure interventions to promote citizens' subjective wellbeing. *Landscape and Urban Planning*, Volume 191, 103618.
- Nejat, P., F. Jomehzadeh, M. M. Taheri, M. Gohari, and M. Z. Muhi, «A global review of energy consumption, CO2 emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten CO2 emitting countries),» *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 43, pp. 843-862, 2015.
- Newman, P., & Kenworthy, J. (1999). Sustainability and cities: overcoming automobile dependence. Washington: Island press.
- Newman, P., & Kenworthy, J. R. (1991). Transport and urban form in thirty two of the world's principal cities. *Transport Reviews*, 11(3), 249-272.
- Nieuwenhuijsen, M. J., & Khreis, H. (2016). Car free cities: pathway to healthy urban living. *Environment international*, 94, 251-262.
- Nordic EV Outlook 2018. (2018). Insights from leaders in electric mobility. International Energy Agency. Secure Sustainable Together.
- Núñez, P., Pinheiro, F. & Brito, M. (2019). The effects of environmental transport policies on the environment, economy and employment in Portugal. *Journal of Cleaner Production*: 213: 428- 439.
- OECD. (2013). OECD Urban Policy Reviews, Chile 2013. OECD Publishing. Disponible en: http://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/oecd-urban-policy-reviews-chile-2013_9789264191808-en.

REFERENCIAS

- Oke, T. R. (1976). «The Distinction between Canopy and Boundary-Layer Urban Heat Islands» *Atmosphere* 14(4): 268-77.
- Oke, T.; Mills, G.; Christen, A. & Voogt, A. (2017). Climate-Sensitive Design, In: *Urban Climates*, Cambridge University Press, United Kingdom.
- Oldfield, P. (2013). «Embodied Carbon and High-Rise.» In *Proceedings of CTBUH 9th World Congress*, Shanghai, China, 19-21.
- O'Lenick, C. R., O. V. Wilhelmi, R. Michael, M. H. Hayden, A. Baniassadi, C. Wiedinmyer, A. J. Monaghan, P. J. Crank and D. J. Sailor (2019). «Urban heat and air pollution: A framework for integrating population vulnerability and indoor exposure in health risk analyses.» *Sci Total Environ* 660: 715-723.
- ONEMI, MINVU, MINDES, CIGIDEN, CITRID, Fundación Vivienda, TECHO-Chile. (2018). *Habitabilidad Transitoria en Desastres*. Santiago, Chile: ONEMI.
- The Sphere Project (2017). *Minimum Standards in Shelter, Settlement and Non Food Items*. <http://www.spherehandbook.org/en/how-to-use-this-chapter-2>. UNHCR, Collective Centre Rehabilitation.
- ONEMI. (2012). *Plataforma Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres—PNRRD*. Recuperado 21 de junio de 2017, : <http://www.onemi.gov.cl/plataforma-de-reduccion-de-riesgos-de-desastres/>
- ONEMI. (2016). *Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2018*. Santiago. 175 pp.
- ONEMI. (2017). *Requerimientos técnicos mínimos para viviendas de emergencia. Especificaciones técnicas viviendas de emergencia ONEMI*. Recuperado en <http://www.onemi.cl/viviendas-de-emergencia>.
- Onuma, E., Y. Izumi, and H. Muramatsu. (2004). *Consideration of CO2 from alternative fuels in the cement industry*. <<http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/docs/ITDT/ITDT%20Energy%20Intensive%20Industry%20Session.pdf>>, accessed 25/06/07.
- Orellana, A., Marshall, C. (2016). *País descentralizado versus regiones centralizadas: La paradoja de la regionalización*. In *UC Propone 2016*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- WHO. (2013). *Protecting health from climate change: vulnerability and adaptation assessment*, in 1. Climate change. 2.Environmental health. 3.Ecosystem. 4.Ecology. I. World Health Organization.
- WHO. (2015). *Climate and Health Country Profiles: A Global Overview*.
- WHO. (2018). *COP24 Special Report /Health and Climate Change*.
- Orru, H., K. L. Ebi and B. Forsberg (2017). «The Interplay of Climate Change and Air Pollution on Health.» *Curr Environ Health Rep* 4(4): 504-513.
- Otero, I., Nieuwenhuijsen, M. J., & Rojas-Rueda, D. (2018). Health impacts of bike sharing systems in Europe. *Environment international*, 115, 387-394.
- Palme, M., Lobato, A. y Carrasco, C. (2016). Quantitative Analysis of Factors Contributing to Urban Heat Island Effect in Cities of Latin-American Pacific Coast. In *Procedia Engineering*, Elsevier Ltd, 199-206.
- Pauchard, A., Aguayo, M., Peña, E., & Urrutia, R. (2006). Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile). *Biological Conservation*, 127, 272-281.
- Paz, S., Negev, Clermont, M A., Green, M. (2016). Health aspects of climate change in cities with Mediterranean climate, and local adaptation plans. *Environmental research and public health* 13, 438.
- Pierre, J. (2011). *The Politics of Urban Governance*. Palgrave Macmillan, Basingstoke, UK.
- Piet E., by et al. (2010). *Doing Well by Doing Good? Green Office Buildings*. Recuperado en <http://www.aeaweb.org/articles.php?doi=10.1257/aer.100.5.2494> el 4 de septiembre de 2019.
- Pino A., Bustamante, W., Escobar, R., y Encinas F. (2012). Thermal and Lighting Behavior of Office Buildings in Santiago of Chile. *Energy and Buildings* 47(1):441-449.
- PNUD. (2017). *Recuperación Resiliente*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Recuperado 16 de agosto de 2017, de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/ourwork/climate-and-disaster-resilience/resilient-recovery.html>.
- Poudenx, P. (2008). The effect of transportation policies on energy consumption and greenhouse gas emission from urban passenger transportation. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42(6), 901-909.
- Pozueta J., Lamiquri F. y Porto M. (2009). *La ciudad paseable*. Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de obras públicas.
- Pozueta, J. (2000). Movilidad y planeamiento sostenible: hacia una consideración inteligente del transporte y la movilidad en el planeamiento y en el diseño urbano. *Cuadernos de investigación urbanística*, (30), 1-109.
- Pucher, J., Dill, J., & Handy, S. (2010). Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: an international review. *Preventive medicine*, 50, S106-S125.
- Qiu Y.; Kahn M.E. (2019). Impact of Voluntary Green Certification on Building Energy Performance. *Energy Economics* 80: 461-75.
- Qiu, Yueming, and Matthew E. Kahn. 2019. «Impact of Voluntary Green Certification on Building Energy Performance.» *Energy Economics* 80: 461-75.
- Schnieders, Jürgen, and Andreas Hermelink. 2006. *CEPHEUS Results: Measurements and Occupants' Satisfaction Provide Evidence for Passive Houses Being an Option for Sustainable Building*. *Energy Policy* 34(2 SPEC. ISS.): 151-71.
- Rakotoarison, N., N. Raholijao, L. M. Razafindramavo, Z. Rakotomavo, A. Rakotoarisoa, J. S. Guillemot, Z. J. Randriamialisoa, V. Mafilaza, V. Ramiandrisoa, R. Rajaonarivony, S. Andrianjafinirina, V. Tata, M. C. Vololoniaina, F. Rakotomanana and V. M. Raminosoa (2018). «Assessment of Risk, Vulnerability

REFERENCIAS

- and Adaptation to Climate Change by the Health Sector in Madagascar.» Int J Environ Res Public Health 15(12).
- Rao, K.V. (2012). Characterisation of Urban Heat Islands in One of the Most Urbanised Corridors of India from Space Based Multi-Sensor, Spatio-Temporal Data.
- Revi, A., D.E. Satterthwaite, F. Aragón-Durand, J. Corfee-Morlot, R.B.R. Kiunsi, M. Pelling, D.C. Roberts, y W. Solecki, 2014, 'Urban áreas'. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., 535-612.
- Reyes, S., y Figueroa, I. (2010). Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *EURE*, 26, 89-110.
- Riesz, J., Sotiriadis, C., Ambach, D., & Donovan, S. (2016). Quantifying the costs of a rapid transition to electric vehicles. *Applied energy*, 180, 287-300.
- Rogers, S. H., Halstead, J. M., Gardner, K. H., & Carlson, C. H. (2011). Examining walkability and social capital as indicators of quality of life at the municipal and neighborhood scales. *Applied Research in Quality of Life*, 6(2), 201-213.
- Rojas, C. (2018). Desafíos en la Planificación Territorial: Humedales Urbanos una oportunidad de gestión y participación para ciudades más sustentables y resilientes. *La Vía Medio Ambiental. Desafíos y Proyecciones para un Chile Futuro*, MMA, 191-201.
- Rojas, C., De la Barrera, F., Aránguiz, T., Pino, J. & Munizaga, J. (2017). Efectos de la Urbanización en la Conectividad ecológica de paisajes metropolitanos. *Revista Universitaria de Geografía*. Vol 26 (2), 155-182.
- Rojas, C., Díaz, S., Rueda, I., y De la Fuente, H. Olguín, N. (2019). Calidad de los Parques Urbanos: Calidad y Acceso Público. *Revista AUS*. Scopus. En prensa.
- Rojas, C., Paéz, A., Barbosa, O. y Carrasco, J. (2016). Accessibility to Urban Green spaces in Chilean cities using adaptive thresholds. *Journal of Transport Geography*, 57, 227-240.
- Rojas, C., Pino, J., Basnou, C. y Vivanco, M. (2013). Assessing land use and cover changes in relation to geographic factors and urban planning in the Metropolitan Area of Concepción (Chile). Implications for biodiversity conservation. *Applied Geography* 39:93-103.
- Rojas, O., Sáez, K., Martínez, C. y Jaque, E. (2014). Efectos ambientales post catástrofe en localidades costeras afectadas por tsunami en Chile: desde la emergencia a la Reconstrucción. *Interiencia*, 39(6): 383-390.
- Romang H, Zappa M, Hilker N, Gerber M, Dufour F, Frede V, Béro D, Oplatka M, Hegg C, Rhyner J. (2011). IFKIS-Hydro: an early warning and information system for floods and debris flows. *Natural Hazards* 56:509-527.
- Romero Lankao, P *et al.* 2013. Exploration of health risks related to air pollution and temperatura in three Latin American cities. *Social Science and Medicine* 83, 110-118.
- Romero, H. (2019). Urban Climates and the Challenge of Sustainable Development of Chilean Cities. In *Urban Climates in Latin America*, Springer International Publishing, 207-56.
- Romero, H., Opazo, D., Salgado M.y Smith, P. (2010) Climas urbanos y contaminación atmosférica en Santiago de Chile, *Revista EURE*, 36 (109), 35-62.
- Romero-Lankao, P., Qin, H & Borbor- Cordova, M. (2013). Exploration of health risk related to air pollution and temperature in three Latin American cities. *Social Science & Medicine*. 8: 110- 118.
- Rothengatter, W. (2010). Competition between airlines and high-speed rail. In *Critical issues in air transport economics and business* (pp. 329-352). London: Routledge.
- Rozas, Y. (2019). Mejoramiento energético del parque construido. ¿Qué estamos haciendo?. Ministerio de Energía.
- Rueda S., Cáceres R., Cuchi A. y Brau L. (2012). *El Urbanismo Ecológico*. Barcelona: Agencia de Ecología Urbana.
- Salas, A. & Barton, J.R. (2018). 'Assessing climate risk in small and intermediate towns and cities: A preliminary rapid appraisal tool and its application in Florencia, Colombia' in Henríquez, C. & Romero, H. (eds.) *Urban climates in Latin America* (Heidelberg, Springer), 379-406.
- Salas, J., Obeyesekere, J. (2014). Revisiting the concepts of return period and risk of nonstationary hydrologic extreme events. *Journal of Hydrologic Engineering*, 19(3), 554-568.
- Salas-Olmedo, M.H., y Rojas, C. (2017). The use of public spaces in a medium-sized city: from Twitter data to mobility patterns. *Journal of Maps*, 13:140-45.
- Sanhueza, P. *et al.* 2006. Impacto de la contaminación del aire por PM10 sobre la mortalidad diaria en Temuco *Revista Médica de Chile* 134, 754-761.
- Santamouris, M. (2016). *Urban Climate Mitigation Techniques*. London: Routledge. Earthscan, London. Recuperado en <https://doi.org/10.4324/9781315765839> en 8 octubre de 2019.
- Santamouris, M., C. Cartalis, A. Synnefa, and D. Kolokotsa. 2015. «On the Impact of Urban Heat Island and Global Warming on the Power Demand and Electricity Consumption of Buildings - A Review.» *Energy and Buildings* 98: 119-24.
- Sapiains, R. *et al.* (2017). Los significados de la participación para el cambio climático en Chile. *Ambiente y Desarrollo* 21:41, 43-60.
- Saracci R, Vineis P. Disease proportions attributable to environment. *Environ Health*. 2007; 6: 38.
- Sarricolea, P. & Meseguer- Ruiz, O. (2019). Urban Climates of Large Cities: Comparison of the Urban Heat Island Effect in Latin America. In: *Urban Climates in Latin America*. Springer.

REFERENCIAS

- Schnieders, J., and A. Hermelink. (2006). CEPHEUS Results: Measurements and Occupants' Satisfaction Provide Evidence for Passive Houses Being an Option for Sustainable Building. *Energy Policy* 34(2): 151-71.
- Schueftan, A., Sommerhoff, J. y González, A. (2016). Firewood Demand and Energy Policy in South-Central Chile. *Energy for Sustainable Development* 33: 26-35.
- Schueftan, A., y González, A. (2015). Proposals to Enhance Thermal Efficiency Programs and Air Pollution Control in South-Central Chile. *Energy Policy* 79: 48-57.
- Schumann, G., Hostache, R., Puech, C., Hoffmann L, Matgen, P., Pappenberger, F., & Pfister, L. (2007). High-Resolution 3-D Flood Information. From Radar Imagery for Flood Hazard Management. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 45: 1715-1725.
- Schwanen, T. et al. (2012). Rethinking habits and their role in behaviour change: the case of low carbon mobility *Journal of Transport Geography* 24, 522-532.
- SECTRA - Secretaría de Planificación de Transporte. (2012). Encuestas de Movilidad: Gran Santiago 2012. Recuperado de http://www.sectra.gob.cl/encuestas_movilidad/encuestas_movilidad.htm. En 16 octubre de 2019.
- Senado Federal de Brasil. (2001). Política Nacional da Mobilidade Urbana. Estatuto da Cidade, Senado Federal, Brasil.
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2017). Guía sobre el Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Gobierno de Chile, Santiago. Recuperado en https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2017/05/03/guia_area_de_influencia_ajuste_10.pdf el 8 octubre de 2019.
- Seto, K. C., Fragkias, M., Güneralp, B., & Reilly, M. K. (2011). A meta-analysis of global urban land expansion. *PloS one*, 6 (8), e23777.
- Shindell, D., Borgford-Parnell, N., Brauer, M., Haines, A., Kuylenstierna, J. C. I., Leonard, S. A., et al. & Srivastava, L. (2017). A climate policy pathway for near-and long-term benefits. *Science*, 356(6337), 493-494.
- Silva, R. A., West, J. J., Lamarque, J.-F., Shindell, D. T., Collins, W. J., Faluvegi, G., Folberth, G. A., Horowitz, L. W., Nagashima, T., Naik, V., Rumbold, S. T., Sudo, K., Takemura, T., Bergmann, D., Cameron-Smith, P., Doherty, R. M., Josse, B., MacKenzie, I. A., Stevenson, D. S. and Zeng, G. (2017). Future global mortality from changes in air pollution attributable to climate change, *Nat. Clim. Chang.*, 7(9), 647-651, doi:10.1038/nclimate3354.
- Simón F, Ordoñez J., Girard A., Parrado C., «Modelling energy use in residential buildings: How design decisions influence final energy performance in various Chilean climates» *Indoor and Built Env.*, vol. 28(4), p. 533-51, 2019.
- Smith, P., Lamarca, C. & Henríquez, C. (2019). A comparative study of thermal comfort in public spaces in the cities of Concepción and Chillán, Chile. In: *Urban Climates in Latin America*, Springer.
- Soria- Lara, J., Tarriño- Ortiz, J., Bueno, P., Ortega, A. & Vasallo, J.M. (2019). [A collaborative appraisal framework to evaluate transport policies for improving air quality in city centres](#). *Cities*, 92: 112- 124.
- Soto Baüerle, M., Marker, M., Castro, C. y Rodolfi, G. (2015). Análisis Integrado de las Condiciones de Amenaza Natural en el Medio Ambiente Costero Semiárido de Chile, La Serena, Coquimbo. Recuperado en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/132640> el 8 noviembre 2019.
- Soto MV, M Märker, CP Castro, G Rodolfi (2015). Análisis integrado de las condiciones de amenaza natural en el medio ambiente costero semiárido de Chile. La Serena, Coquimbo. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 67: 213-231.
- Stern, N., & Calderón, F. (2014). Better growth, better climate: The new climate economy report. New York: The Global Commission on the Economy and Climate.
- SUBDERE. (2011). Guía Análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial. Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. Santiago.
- 144 pp. Recuperado en http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/libro_guia_de_analisis_de_riesgos_naturales_para_el_ordenamiento_territorial.pdf el 9 de octubre de 2019.
- SUBDERE. (2011). Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT). Departamento de Políticas y Descentralización de la División de Políticas y Estudios de la SUBDERE. Santiago, Chile. Recuperado en http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/articles-83896_recurso_1_1.pdf el 11 de octubre de 2019.
- Sun, D., Zhang, D., & Cheng, X. (2012). Framework of National Non-Structural Measures for Flash Flood Disaster Prevention in China. *Water* 4: 272-282.
- Sustainable Mobility for all (2017). Tracking Sector Performance. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28542/120500.pdf?sequence=6> Taylor, M. (2018). *Assessing California's Climate Policies—Transportation*. Sacramento: Legislative Analyst's Office.
- Thacker S, Stroup D, Punish G, Anderson H. Surveillance in Environmental Public Health: Issues, Systems, and Sources. *Am J Public Health*. 1996 May; 86(5): 633-638
- Thayer Correa, L. E. (2011). Descentralización y desarrollo regional en Chile. Una mirada desde la sociedad. *Polis. Revista Latinoamericana*, (30).
- The Sphere Project. (2017). Minimum Standards in Shelter, Settlement and Non Food Items. Recuperado en <http://www.spherehandbook.org/en/how-to-use-this-chapter-2> el 3 de octubre de 2019.
- Themelis, N., 2003: An overview of the global waste-to-energy industry. *Waste Management World*, 2003-2004 Review Issue, 40-47.
- Thormark, C. (2006). The Effect of Material Choice on the Total Energy Need and Recycling Potential of a Building. *Building and Environment* 41(8): 1019-26.
- Tironi, M., Manríquez, T. (2018). Lateral knowledge: shifting expertise for disaster management in Chile. *Disasters*, 43 (2): 372-389.

REFERENCIAS

- Tiróni, M., Rodríguez-Giralt, I. (2017). Healing, knowing, enduring: Care and politics in damaged worlds. *The Sociological Review Monographs*, 65 (2): 89-109.
- UN United Nations. (2011). *World Urbanization Prospects*.
- Tori, F., Vera, S., Bustamante, W., Sills, P. (2019). Potential of Mid-Rise Social Residential Buildings to Reach Net Zero Energy Building Standard in Two Different Climates of Chile. Paper ID: 211257. In: 16th IBPSA International Conference & Exhibition Building Simulation 2019, 2-4 September 2019, Roma, Italy. In Roma: International Building Performance Simulation Association.
- Tranter, P., & Boss, A. (2017). Safe-street neighbourhoods: the role of lower speed limits. *Journal of the Australasian College of Road Safety*, 28(3), 55-63
- Underwood, E., Viers, J., Klausmeyer, K., Cox, R., y Shaw, M. (2009). Threats and biodiversity in the Mediterranean biome. *Diversity and Distributions*, 15, 188-197.
- UNHCR, Collective Centre Rehabilitation. (2019). This document forms part of the 4th edition of the UNHCR Emergency Handbook and was generated from the digital Emergency Handbook system. Recuperado en <https://emergency.unhcr.org/entry/60840/collective-centre-rehabilitation> el 5 octubre de 2019.
- UNISDR. (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. Recuperado de <http://gndr.org/images/newsite/PDFs/SFDRR.pdf> en 7 octubre de 2019.
- UN. (2017). *World Population Prospects: The 2017 Revision, Volume II: Demographic Profiles*. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2017).
- UN. (2018). *2018 Revision of World Urbanization Prospects*. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- University of Yale (2018). *Biodiversity & habitat* (2018) Environmental Performance Index. Universidad de Yale. Online <https://epi.envirocenter.yale.edu/2018-epi-report/biodiversity-habitat>.
- Uribe, D., Bustamante, W., Vera, S. (2018). Potential of perforated exterior louvers to improve the comfort and energy performance of an office space in different climates. *Building Simulation* 11 (4): 695-708.
- Uribe, D., Vera, S., Bustamante, W., McNeil, A., Flamant, G. (2019). Impact of different control strategies of perforated curved louvers on the visual comfort and energy consumption of office buildings in different climates. *Solar Energy*, Volumen 190, 495-510.
- Valdivieso, P. y Anderson, K.P. (2017). Local politics of environmental disaster risk management: Institutional analysis and lessons from Chile' *Journal of Environment and Development* 26:1, 51-81.
- Valenzuela-Levi, N. (2019). Do the rich recycle more? Understanding the link between income inequality and separate waste collection within metropolitan areas. *Journal of Cleaner Production*. 213:1.
- Van Woensel, T., Creten, R., & Vandaele, N. (2001). Managing the environmental externalities of traffic logistics: The issue of emissions. *Production and Operations Management*, 10(2), 207-223.
- Varela, G., López-Sánchez, M., Yáñez, C., Pérez, J.A., Fernández, P., Matos, C., Branquinho, J.R. Aboal. (2018). «Changes in Epiphytic Lichen Diversity Are Associated with Air Particulate Matter Levels: The Case Study of Urban Areas in Chile.» *Ecological Indicators* 91: 307-14.
- Vásquez, A. E. (2016). Infraestructura Verde, Servicios Ecosistémicos y Sus Aportes Para Enfrentar El Cambio Climático En Ciudades: El Caso Del Corredor Ribereño Del Río Mapocho En Santiago De Chile. *Revista De Geografía Norte Grande*, no. 63, pp. 63-86., doi:10.4067/s0718-34022016000100005.
- Venturini, G., Karlsson, K., & Münster, M. (2019). Impact and effectiveness of transport policy measures for a renewable-based energy system. *Energy Policy*, 133, 110900.
- Vera, S., Steinfort, U., Reyes, S., Bustamante, W. (2018). «FONDECYT 1181610. What to plant in green roofs? Maximizing the cooling potential of green roofs for retail building energy savings and urban heat island mitigation in semiarid climates»
- Vera, S., Uribe, D., Bustamante, W., Molina, G. (2017). Optimization of a fixed exterior complex fenestration system considering visual comfort and energy performance criteria. *Building and Environment*. 2017. Vol. 113. 163-174.
- Vicuña, S. et al. (2018). Diagnóstico de las capacidades de transferencia tecnológica del país y desarrollo de la primera etapa del análisis de necesidades tecnológicas en cambio climático. Santiago, MMA-CCG UC.
- Viecco, V., Vera, S., Jorquera, H., Bustamante, W., Gironas, W., Dobbs, C., Leiva, E. (2018a). Eficiencia en la captura de material particulado atmosférico urbano de techos y muros verdes. Intersecciones. III Congreso Interdisciplinario de Investigación en Arquitectura, Diseño, Ciudad y Territorio. Santiago. Chile.
- Viecco, V., Vera, S., Jorquera, H., Bustamante, W., Gironas, W., Dobbs, C., Leiva, E. (2018b). Potential of Particle Matter Dry Deposition on Green Roofs and Living Walls Vegetation for Mitigating Urban Atmospheric Pollution in Semiarid Climates. *Sustainability* 10(7), 2431.
- Villalobos, A., Barraza, F., Jorquera, H., & Schauer, J. (2017). Wood Burning Pollution in Southern Chile: PM_{2.5} Source Apportionment Using CMB and Molecular Markers. *Environmental Pollution* 225: 514-23.
- Voogt J. A., Kräyenhoff E. S. (2005). Modeling urban thermal anisotropy. *International Society Of Photogrammetry and Remote Sensing. Proceedings of the ISPRS joint conference*. Tempe, AZ, USA, March 14-16.
- Wagemann, E., Moris, R. (2018). Transitional habitability: Solutions for post-catastrophe in Chile. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 31, pp. 514-525. Recuperado en <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.06.007> 9 septiembre 2019.

REFERENCIAS

- Wentland, A. (2016). Imagining and enacting the future of the German energy transition: electric vehicles as grid infrastructure. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 29(3), 285-302.
- WHO. (2013). Protecting health from climate change: vulnerability and adaptation assessment., in 1.Climate change. 2.Environmental health.3.Ecosystem. 4.Ecology. I. World Health Organization.
- WHO. (2015). Climate and Health Country Profiles: A global overview. 2015. World Health Organization.
- WHO. (2018a). Ambient Air Pollution: A Global Assessment of Exposure and Burden of Disease. World Health Organization. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250141/9789241511353-eng.pdf?sequence=1> el 7 de octubre de 2019.
- WHO. (2018b). COP24 Special Report /Health and Climate Change. World Health Organization.
- Wilson, R. & Spengler, J. (1996). *Particles in Our Air: Concentrations and Health Effects*. Harvard School of Public Health. Recuperado de <https://www.osti.gov/etdweb/biblio/488709> el 7 octubre de 2019.
- Winckler, P.; Contreras-López, M.; Vicuña, S.; Larragui-bel, C.; Mora, J.; Esparza, C.; Salcedo, J.; Gelcich, S.; Fariña, J. M.; Martínez, C.; Agredano, R.; Melo, O.; Bambach, N.; Morales, D. y Marinkovic, C. (2019). Determinación del riesgo de los impactos del cambio climático en las costas de Chile. Informe de avance 3. Volumen II. Vulnerabilidad. Preparado para el MMA.
- Wolfgang F.L. (2001). Reformas Del Sector Energético, Desafíos Regulatorios y Desarrollo Sustentable En Europa y América Latina. In *CEPAL/Comisión Europea «Promoción Del Uso Eficiente de La Energía En América Latina»*, ed. Naciones Unidas. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6382/1/S01060521_es.pdf el 15 de octubre de 2019.
- Xiao, Q., & McPherson, E. G. (2011). Performance of engineered soil and trees in a parking lot bioswale. *Urban Water Journal*, 8(4), 241-253.
- Zhang, R., Long, Y., Wu, W. & Li, G. (2018). How do transport policies contribute to a low carbon city? An integrated assessment using an urban computable general equilibrium model. *Energy Procedia*, 152: 606- 611.
- Zhang, Y., & Mi, Z. (2018). Environmental benefits of bike sharing: A big data-based analysis. *Applied Energy*, 220, 296-301.



Anexo 1.

Fichas de medidas propuestas

Este anexo presenta las fichas de las medidas que cada submesa de la mesa Ciudades del Comité Científico COP25 ha propuesto. El objetivo de estas fichas es presentar opciones para la promoción de acciones por parte del gobierno central, gobiernos regionales y sus CORECC, gobiernos locales, empresas y organizaciones de la sociedad civil.

Estas fichas de medidas están organizadas de acuerdo con las submesas. Varían en términos de número de medidas, pero el objetivo central es que cada asentamiento humano pueda incorporar las medidas más relevantes para sus circunstancias a través de la colaboración e involucramiento de una amplia gama de organizaciones, incluyendo participación en la selección de ellas, monitoreo y evaluación claramente identificado, y con responsabilidades, plazos y financiamiento estipulados. El índice de las fichas de medidas está presentado en la página siguiente.

Ficha 1. Gobernanza

Ficha 1.1	
Eje	Gobernanza
Meta	Fortalecer la institucionalidad de cambio climático a nivel comunal.
Acciones y medidas	Recursos para municipios que no tengan Comité Ambiental Comunal y Comité Ambiental Municipal lo puedan crear y financiar para ejecutar planes locales de cambio climático.
Impacto	Facilitar las capacidades locales en materia de cambio climático para diseñar planes y definir metas apropiadas al contexto con una amplia participación de sectores dentro de la comuna.
Responsables	Gobierno Municipal, CORECC, MMA, SUBDERE, Juntas de Vecinos. Municipios (SECPLAC) y GORE, con fondos, recursos, incentivos nacionales, regionales y locales. Comités con su respectivo coordinador de alta jerarquía, con acceso directo al Concejo Municipal y alcalde, intendente y Consejo Regional, y que pueda influir en todos los estamentos municipales y regionales.
Plazos	Todas las comunas urbanas de Chile deben contar con un Plan Local de Cambio Climático antes de 2025. Estos planes deben ser coordinados para fijar metas y financiamiento para 2030.
Política de origen	PANCC II
Cobeneficios y sinergias	Unidades líderes para el diagnóstico, desarrollo, implementación y evaluación de planes de cambio climático local y regional. Sinergias: PLADECO, PRC, ERD, PROT, COSOC.
Evidencia	Henríquez y Barton, 2012; Heinrichs, Krellenberg y Fragkias, 2013; Krellenberg <i>et al.</i> , 2017

Ficha 1.2	
Eje	Gobernanza
Meta	Fortalecer la institucionalidad de cambio climático a nivel regional.
Acciones y medidas	Recursos financieros para fortalecer la planificación y medidas asociadas con los Comités Regionales de Cambio Climático.
Impacto	Aumento de las capacidades de los CORECC para diseñar planes y medidas, y para implementarlos. Fortalecido por la Ley de Descentralización y la transferencia de competencias en materia de planificación, transporte y medio ambiente a las autoridades regionales.
Responsables	Intendente, Consejo Regional, SEREMIs, alcaldes. Requiere una amplia participación con organizaciones de la sociedad civil para asegurar mayores niveles de legitimidad y apoyo en la implementación de medidas.
Plazos	2025 para definir un supuesto regional para enfrentar el cambio climático por región, administrado por el GORE.
Política de origen	PANCC II
Cobeneficios y sinergias	Sinergias con políticas y planes en los ámbitos de agua, energía, infraestructura y transporte a nivel regional. Vínculos entre las iniciativas definidas por los CORECC y los planes urbanos comunales en cada región, con coordinación multiescalar.
Evidencia	Krellenberg, Hansjuergens (2014); Barton (2013).



Ficha 1.3

Eje	Gobernanza
Meta	Creación de sinergias entre las iniciativas de mitigación en el área de transferencia tecnológica.
Acciones y medidas	Coordinación por el Ministerio de Ciencia de iniciativas en el ámbito tecnológico entre Conicyt, CORFO, empresas privadas, el MMA, MOP y SUBDERE.
Impacto	Es importante asegurar las tecnologías desarrolladas e implementadas para reducir los GEI, ya que son las más apropiadas. Para evitar largas demoras en adopción de tecnologías industriales, energéticas y de movilidad para reducir los GEI, se requiere una coordinación nacional y comunicación con CORECC y Municipios para promover ciertas tecnologías. Por ejemplo, para reducir emisiones por movilidad, por consumo energético o de residuos.
Responsables	Ministerio de Ciencia con SUBDERE para fomentar la implementación de tecnologías más eficientes y energías renovables a nivel local.
Plazos	2021 para iniciar una mesa de tecnologías con participación de CORECC y Municipios.
Política de origen	NDC Chile
Cobeneficios y sinergias	Reducción de contaminación local para mejorar condiciones de salud urbana. Reducción en tiempos de tránsito.
Evidencia	Vicuña <i>et al.</i> (2018); Adapt Chile (2016); CEDEUS (2014).

Ficha 1.4

Eje	Gobernanza
Meta	El desarrollo de inventarios locales de contaminación, incluyendo GEI, para ciudades con planes de descontaminación (PDA).
Acciones y medidas	Agregar los GEI a los otros contaminantes medidas a nivel urbana en Chile asociadas con los PDA.
Impacto	Implica unir los esfuerzos en contaminación local con el cambio climático para reconocer sinergias y co-beneficios de la implementación de medidas en relación con contaminación y el consumo de energía fósil.
Responsables	SEREMI Medio Ambiente, SEREMI Salud, CORECC, Municipalidad.
Plazos	2022
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Aprovechar los cobeneficios asociados con una reducción de emisiones locales, la reducción de GEI y mejoras en la salud urbana.
Evidencia	Gouveia, 2018; Sanhueza <i>et al.</i> , 2006; Romero Lankao <i>et al.</i> , 2013.

Ficha 1.5

Eje	Gobernanza
Meta	Reducción del consumo de energía y agua por hogar en centros urbanos.
Acciones y medidas	Campañas de información, sensibilización y capacitación para reducir el consumo energético y de agua por ciudad. Incluyen instructivos de libre disposición, manuales para implementar medidas de bajo costo, programas educativos sobre la huella hídrica y la huella de carbono de sus patrones de consumo.
Impacto	Asegurar una reducción total en el consumo de energía y agua a través de educación e información, acompañado con tecnologías simples (lo-tec). Promovido y facilitado por gobierno local, empresas y organizaciones sociales.
Responsables	Alcaldía y Concejo Municipal, DIDECO, Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato (CAC, CAM), Corporación Municipal de Educación, Juntas de Vecinos y ONG. Participación de los proveedores de estos servicios urbanos, SISS, DGA, MINERGA.
Plazos	Como pilar del plan local de cambio climático con metas a nivel urbano. Todos los municipios urbanos deben contar con planes de cambio climático antes de 2025.
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Reducción en los gastos por hogar en energía y agua después de los cambios de hábitos y tecnologías lo-tec introducidas al inicio. Incluye beneficios asociados con cambios en modos de transporte y reducción en el uso de transporte motorizado.
Evidencia	Schwanen <i>et al.</i> , 2012; Fercovic López <i>et al.</i> , 2019.

Ficha 1.6

Eje	Gobernanza
Meta	Incorporar factores de cambio climático en la evaluación social de proyectos.
Acciones y medidas	Generar una metodología adecuada y capacitar los funcionarios en aplicar esta metodología para asegurar una mayor resiliencia local al cambio climático.
Impacto	Implementación transversal de consideraciones locales frente al cambio climático en todas las inversiones para aumentar la resiliencia.
Responsables	Ministerio de Desarrollo Social. SUBDERE, MOP, MINVU.
Plazos	Desarrollo de la herramienta en 2020-21 para aplicaciones desde 2022.
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Se debe asegurar que cada sector que interviene a nivel urbano adopta los mismos criterios en su evaluación de proyectos, para evitar situaciones de aumentar la vulnerabilidad local en proyectos municipales o ministeriales implementado en la comuna.
Evidencia	McAndrews <i>et al.</i> , 2010; Markanday <i>et al.</i> , 2019.



Ficha 1.7

Eje	Gobernanza
Meta	Capacitación de funcionarios municipales y regionales en cambio climático. Obligatoria para profesionales y optativa para otros administrativos.
Acciones y medidas	Hay esfuerzos desde la MMA y otras organizaciones. Por ejemplo Adapt Chile, para capacitar funcionarios municipales y regionales en el tema de cambio climático. Esta medida busca introducir esta materia en la capacitación de todos los funcionarios de forma transversal , así para participar en la formulación e implementación de planes locales de cambio climático que incluyen todos los ámbitos de las acciones municipales y regionales. El curso de la Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffman en esta materia ya existe, y es cuestión de incorporar elementos contextuales de cada ciudad para generar respuestas locales alineados con esa materia más general. Debe ser una combinación con <i>e-learning</i> y el caso local en específico.
Impacto	Mayor conciencia de las formas en las cuales el cambio climático influye en la vida diaria local, en la configuración de todos los proyectos y en las oportunidades socioeconómicas.
Responsables	MMA, SENCE, Municipios, GORE.
Plazos	2020-2025 para la certificación de funcionarios municipales y regionales en esa materia, en línea con la aprobación de planes locales de cambio climático.
Política de origen	PACC Ciudades.
Cobeneficios y sinergias	Sinergias con actividades públicas intersectoriales y multiescalar en el campo público, y mejores niveles de conocimiento para participar como contraparte con Juntas de Vecinos, organizaciones de la sociedad civil y empresas.
Evidencia	Ver los recursos, herramientas y actividades asociadas con las organizaciones internacionales como ICLEI y el Climate and Development Knowledge Network (CDKN); y en el caso chileno, la Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffman y sus cursos de introducción al cambio climático.

Ficha 1.8

Eje	Gobernanza
Meta	Aumentar la conciencia local de los estudiantes de la enseñanza media en torno a los riesgos de cambio climático y las acciones requeridas en su ciudad.
Acciones y medidas	Desarrollar programas específicos por ciudad en materia de cambio climático como parte de la enseñanza media, para promover la conciencia de los estudiantes en torno de las especificidades de las condiciones locales y las alternativas de acción. Forma parte de la implementación de esta materia a nivel básica y media, pero con el foco en la experiencia local y la agencia de los jóvenes como líderes en las respuestas frente al cambio climático.
Impacto	Motivar una conciencia en la generación estudiantil para relacionar el cambio climático con sus vivencias diarias, hábitos y localidades, con un programa dirigido hacia la acción.
Responsables	Corporación Municipal y liceos/colegios locales, con aportes de la Dirección de Medio Ambiente, Tránsito y ONEMI.
Plazos	Formulación de cursos locales, 2020-21, para implementación en 2022 como parte del Plan de Formación Ciudadanía que cada establecimiento educacional debe implementar.
Política de origen	
Cobeneficios y sinergias	Vínculos con la promoción de la ciudadanía y la formación educativa, con la implementación y localización de los conocimientos (situados).
Evidencia	MMA, 2017c.



Ficha 1.9

Eje	Gobernanza
Meta	Una mejor coordinación multiescalar, intersectorial y amplia participación en el desarrollo de iniciativas frente al cambio climático.
Acciones y medidas	Mesas asesoras multisectorial permanente en cada ciudad (ej. a través del CAC) y al nivel regional para asesorar el CORECC, para mapear elementos contextuales de cada localidad en relación con iniciativas a otras escalas en el país y a nivel internacional.
Impacto	Mayor transparencia, participación y coherencia en el desarrollo de los planes locales y su coherencia en torno del plan regional de la CORECC, y planes nacionales.
Responsables	MMA, CORECC, Municipios, DIDECCO, SUBDERE.
Plazos	Mesas asesoras formadas. Ciudades con +100.000 habitantes antes de 2023, y ciudades +20.000 antes de 2025.
Política de origen	PACC Ciudades.
Cobeneficios y sinergias	Vínculos con el PLADECO, PRC, EDR y otros planes y políticas.
Evidencia	Sapiains, 2017.

Ficha 1.10

Eje	Gobernanza
Meta	Elaboración de planes comunales o locales de acción de cambio climático.
Acciones y medidas	Diseño e implementación de un plan de acción de cambio climático para enfrentar el cambio climático en el contexto local.
Impacto	Inicia un proceso de incluir consideraciones de cambio climático en las acciones e inversiones a nivel local, de gobierno, sector privado y la sociedad civil, para reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia.
Responsables	Autoridades municipales con apoyo CORECC. Procesos de amplia participación para una coconstrucción del plan desde varios sectores.
Plazos	2020-2025. Ciudades con +100.000 habitantes antes de 2023, y ciudades +20.000 antes de 2025.
Política de origen	PACC Ciudades.
Cobeneficios y sinergias	Vínculos con otras planes y políticas sectoriales y de otras escalas, para asegurar una coordinación entre los instrumentos y una consistencia en términos de estrategias nacionales, regionales y locales. Debe ser consistente con el PLADECO, PRC, EDR y otros instrumentos normativos e indicativos. Hay herramientas disponibles para apoyar estos procesos. Por ejemplo, ciudades emergentes y sostenibles del BID.
Evidencia	Krellenberg, 2017; Salas y Barton, 2018; Valdivieso y Anderson, 2017.

Ficha 2. Movilidad

Ficha 2.1	
Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	Para cada ciudad de más de 50.000 habitantes se debe generar un plan que determine la fuente de reducción de sus emisiones de GEI actuales producto de su movilidad interna a un 20% de la emisión per cápita al año 2050 en comparación a la del 2020.
Acciones y medidas	Calcular las contribuciones en GEI de los distintos viajes urbanos al 2020 y generar un plan de reducción al 2050. Monitorear anualmente la evolución de estas emisiones para alcanzar la meta.
Impacto	Estos planes debieran generar un reordenamiento territorial.
Responsables	Gobiernos regionales, Minvu, MTT, MOP.
Plazos	Plan para desarrollar en cada ciudad en tres años. Apuntar al 2050 como momento de reducir en 20% los GEI.
Política de origen	Declaración Presidencial Carbono Neutralidad 2050, junio 2019.
Cobeneficios y sinergias	La planificación de medidas para la reducción de la emisión de GEI pueden contribuir a reducir la contaminación atmosférica, reducir la congestión vial (reduciendo el número de viajes y/o los vehículos en circulación), aumentar la seguridad vial (disminuyendo los siniestros viales) y mejorar la salud pública en general.
Evidencia	Dodman, 2009; Kenworthy, 2003; Poudenx, 2008.

Ficha 2.2

Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	<p>Adoptar medidas de tarificación carbónica en el sector transporte, que internalicen el costo de las emisiones. Incluir el costo de mitigación del Carbono de la atmósfera en el impuesto a la venta de todo tipo de producto cuyo consumo más probable genere emisiones atmosféricas. Es el caso del carbón, petróleo o gas natural. Idealmente se debiera promover un pacto global entre naciones que determinen un impuesto que se cobre en el origen de producción de estos insumos, de modo de eliminar las asimetrías competitivas entre distintas naciones.</p> <p>En cualquier caso los fondos recaudados por este impuesto deben usarse para mitigar las emisiones de carbono, reducir otras cargas tributarias.</p>
Acciones y medidas	<p>El Ministerio de Desarrollo Social estimó el valor social del CO₂ arrojando un valor de US\$32,5 por tonelada (Ministerio de Desarrollo Social, 2017). Se propone reestimar este valor en el contexto de un compromiso país de ser carbono neutral. Es razonable suponer que en este contexto el valor social debiera subir.</p> <p>A partir de este costo social de capturar carbono atmosférico y de los daños ambientales causados se propone determinar el valor del impuesto que se incluirá en el precio de los combustibles fósiles.</p>
Impacto	<p>El impacto dependerá de la elasticidad del consumo energético respecto del precio. También dependerá del precio de las alternativas energéticas no fósiles. Esta medida debiera acelerar la implementación de tecnologías que usen fuentes limpias de energía (por ejemplo, adopción de electromovilidad) y de modos de transporte colectivo. Este impuesto debiera tener un impacto especialmente relevante en el costo de servicios intensivos en uso de combustibles fósiles como los ofrecidos por la industria aérea. Simulaciones conducidas en China muestran que el impuesto puede reducir las emisiones con un pequeño impacto negativo sobre el crecimiento económico. Sin embargo, este puede ser compensado por la reducción de otros impuestos indirectos y por la introducción de políticas complementarias. Además, el impuesto al carbono puede lograr objetivos de sustentabilidad a un menor costo que otras políticas.</p>
Responsables	Ministerio de Desarrollo Social, Ministerio de Economía, Ministerio de Hacienda.
Plazos	Este impuesto podría implementarse a partir del año 2021. Para aumentar su aceptabilidad por el público se sugiere una implementación gradual en el valor del impuesto.
Política de origen	Declaración Presidencial Carbono Neutralidad 2050, junio 2019.
Cobeneficios y sinergias	El impuesto al carbono puede contribuir a cambiar la movilidad urbana e interurbana ayudando a reducir la contaminación atmosférica y siniestros viales, y mejorar la salud pública en general. A nivel urbano e interurbano, el impuesto necesita ser acompañado con la promoción de alternativas sustentables de movilidad, promoviendo transporte público y movilidad activa.
Evidencia	Beugin, 2018; Berry, 2019; Carattini, Carvalho, y Fankhauser, 2018; Burke, Byrnes y Fankhauser, 2019; Kotchen, Turk, y Leiserowitz, 2017; Lu, Tong, y Liu, 2010; Ministerio de Desarrollo Social, 2017; Venturini, Karlsson, y Münster, 2019.

**Ficha 2.3**

Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	Modificar la metodología de Evaluación Social de Proyectos de Transporte de modo de incluir el costo del daño climático y ambiental causado por las emisiones de carbono que cada proyecto que se evalúa generaría. En la actualidad el Ministerio de Desarrollo Social ha calculado el valor social del CO ₂ pero este valor aún no se incluye en las evaluaciones sociales de proyectos de transporte en Chile.
Acciones y medidas	Incluir el costo social de las emisiones de carbono atmosférico (en un contexto de compromiso de carbono neutralidad) en la evaluación social de proyectos de transporte.
Impacto	Esta medida permitiría que proyectos que incentivan el uso de modos de transporte de alta generación de carbono pierdan atractivo en contraste con proyectos que reducen estas emisiones. Esta medida debiera favorecer la implementación de proyectos que favorecen modos de transporte colectivo y modos de transporte eléctrico, además de modos no motorizados.
Responsables	Ministerio de Desarrollo Social.
Plazos	A partir del año 2021.
Política de origen	Declaración Presidencial Carbono Neutralidad 2050, junio 2019.
Cobeneficios y sinergias	Promoviendo modos con menor generación de carbono, la acción puede contribuir a mayor calidad del aire. En el caso de proyectos a favor de bicicleta y caminata, la promoción de la movilidad activa puede ayudar a reducir el sedentarismo, beneficiando la salud de los individuos.
Evidencia	Gössling <i>et al.</i> , 2019; De Montis <i>et al.</i> , 2016.

**Ficha 2.4**

Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	Avanzar hacia una movilidad sustentable que reduzca significativamente las emisiones derivadas del transporte. En el caso del transporte urbano orientar las decisiones desde la «pirámide inversa del tráfico», en que tanto en disponibilidad de espacio vial como en inversiones de infraestructura se prioriza en primer lugar a peatones, en segundo lugar a ciclos, en tercero a transporte masivo y de carga, y en último lugar al transporte privado de autos y taxis.
Acciones y medidas	Discutir y aprobar una Ley de Movilidad que privilegie la movilidad sustentable . De esta ley se originaría una revisión de la Política Nacional en materias de Transporte, que privilegie la movilidad sustentable. Las ciudades o regiones que deban adoptar medidas coherentes con esta ley y esta política deberían enfrentar incentivos y desincentivos financieros que promuevan su rápida adopción.
Impactos	Una mejor planificación de la movilidad, junto a una mejor planificación urbana y regional, pueden contribuir tanto a reducir número y longitud de viajes como también a aumentar el uso de modos de transporte colectivos y no motorizados. Esto puede resultar en menores emisiones contaminantes y también en una reducción de la congestión vial.
Responsables	Parlamento (por escritura y aprobación de la ley). Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones – MMA – Ministerio de Vivienda y Urbanismo (por implementación de la ley).
Plazos	A partir del año 2021.
Política de origen	PANCC II PACC Ciudades
Cobeneficios + sinergias	En general, la promoción de una movilidad sustentable contribuye a mejorar la calidad de la vida de los habitantes, reduciendo la contaminación atmosférica, reduciendo el riesgo de siniestros viales, y promoviendo formas de movilidad activa que benefician la salud del individuo. Al reducir número y distancia de los viajes, cada persona beneficia ahorros de tiempo y de costos de viaje, mientras las ciudades resultan ser más eficientes. Las finalidades de la Ley de Movilidad y de los instrumentos derivados serían conseguidas a través del conjunto de acciones relacionadas con planificación urbana y de la movilidad, esbozadas en algunas fichas de este documento.
Evidencia	Asamblea Legislativa del Distrito Federal de México, 2014; Senado Federal de Brasil, 2011; Ministerio das Cidades de Brasil, 2013; Letnik <i>et al.</i> , 2018; Massink <i>et al.</i> , 2011; Nieuwenhuijsen y Khreis, 2016.

Ficha 2.5

Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	<p>Alcanzar una Planificación Urbana que priorice la ciudad compacta y que limite la expansión de las urbes chilenas y el desarrollo de loteos urbanos en los suburbios (fuera del límite urbano) a los cuales solo se puede acceder en automóvil.</p> <p>Alcanzar una Planificación Urbana que priorice localizaciones eficientes de actividades y equipamientos urbanos para que las personas no deban desplazarse grandes distancias para satisfacer sus necesidades (generación de subcentros urbanos de calidad).</p>
Acciones y medidas	<p>Reformular la Planificación Territorial y Urbana en Chile con objetivos de Sustentabilidad y Cambio Climático y reducción de GEI:</p> <p>Elaboración de nuevos Instrumentos de Planificación Territorial y Urbana en Chile. Estos instrumentos de planificación deben contemplar el objetivo de que se planeen ciudades que cumplan el estándar 8-80, es decir que permitan a un niño de 8 años y a un adulto de 80 desplazarse en forma conveniente y segura por la ciudad. Si funciona para ellos, funciona para todos.</p> <p>Focalizar el crecimiento al interior del casco urbano a través de: (1) densificación urbana, (2) renovación o rehabilitación de zonas urbanas deterioradas y/o abandonadas (por ej. zonas industriales) y, (3) No permitir la existencia de sitios eriazos en la ciudad. Lo anterior permite una disminución de las emisiones de CO₂, limitando los efectos del cambio climático</p>
Impactos	<p>En general, una mejor planificación urbana permite coordinar de mejor manera transporte y uso de suelo, considerando los lugares en donde viven las personas y las zonas donde tienen que desplazarse para realizar sus actividades: de esta manera, se reducen las distancias recorridas por las personas y el número de sus viajes, además de reducir el uso del automóvil. De esta manera, disminuyen también las emisiones de GEI relacionadas con el transporte (que son el 24% del total de las emisiones de Chile).</p>
Responsables	MINVU, MMA, Gobiernos Regionales.
Plazos	A partir del año 2020-2021.
Política de origen	PANCC II PACCC
Cobeneficios y sinergias	<p>La limitación del crecimiento urbano puede generar beneficios que van más allá de la sola reducción de GEI emitidos. La densificación y la renovación de zonas abandonadas permite limitar el consumo de suelo, obstaculizando el consumo de un recurso escaso cual el suelo y generar problemas por ejemplo con la absorción de aguas y la disponibilidad de superficies verdes. Además, permite contrastar la difusión urbana (<i>sprawl</i>), modelo poco eficiente y que genera elevados consumos de energía.</p>
Evidencia	<p>Charlot-Valdieu, y Outrequin, 2009-2011; Escudero-Peña, 2017; Fouchier, 1997; Gehl, 2010; Newman, y Kenworthy, 1991; Newman, y Kenworthy, 1999; Pozueta, 2000; Pozueta, Lamiquiz y Porto, 2009; Rueda et al., 2012; Stern, y Calderon, 2014; Honold, y Parrochia, 1960.</p>

**Ficha 2.6**

Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	Reducir la distancia promedio de viaje en las ciudades de tamaño intermedio y grande (>50.000 habitantes). La meta es que la distancia promedio de los viajes de más de 5 km caiga en un 20% al 2040.
Acciones y medidas	Estructurar un plan de desarrollo urbano para cada ciudad de más de 50.000 habitantes que sea coherente con el plan de reducción de emisiones. Este plan debe incluir plan de localización de nuevas actividades y vivienda, definir límites para la expansión urbana, promover el desarrollo de barrios que se orienten a transporte masivo y activo (véase acción 2.5).
Impacto	<p>El impacto de esta medida dependería de qué viajes (esto es, en qué modos) son los que reducen su distancia. Es conservador suponer que en principio esto lograría reducir un 20% de las emisiones. La presunción de un supuesto conservador se debe a que los modos alternativos al automóvil se vuelven más atractivos cuando la distancia de viaje cae.</p> <p>Considerando el Gran Santiago y los datos de la EOD 2012, la distancia promedio de los viajes en auto es de 11,1 km. Suponiendo que esta bajara a 8 km y considerando el número actual de viajes en auto, la menor distancia recorrida implicaría una disminución de 1.537 ton de CO₂eq emanados por día. Bajando aún más, por ejemplo, llegando a 5 km, no solo se generaría una mayor reducción de emisiones contaminantes, sino también se volverían más atractivas formas de transporte no motorizado cuales bicicleta y caminata.</p>
Responsables	Gobiernos regionales, Minvu, MTT, MOP.
Plazos	Estos planes por ciudad se deberían implementar hasta 2022.
Política de origen	PANCC II PACCC.
Cobeneficios y sinergias	La reducción de los viajes por reubicar servicios y poner viviendas en lugares bien pensados puede generar beneficios que van más allá de la sola reducción de GEI emitidos. También permite limitar el consumo de suelo, obstaculizando el consumo de un recurso escaso cual el suelo y generar problemas por ejemplo con la absorción de aguas y la disponibilidad de superficies verdes. Además, permite contrastar la difusión urbana (sprawl), modelo poco eficiente y que genera elevados consumos de energía.
Evidencia	Heinen, y Mattioli, 2019.



Ficha 2.7

Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	Reducir la velocidad máxima del transporte motorizado urbano de modo de crear condiciones que faciliten el uso de medios de transporte no motorizados y reducir el uso del auto.
Acciones y medidas	Límite de velocidad máximo de 100 km/hr en autopistas, 50 en avenidas, 30 en calles residenciales y 10 en pasajes. Esta medida permite además clarificar la velocidad a la que se puede circular a través de los nombres de las vías.
Impacto	A través de una señal más clara respecto de la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular, se reduce el atractivo de usar el automóvil, reduce las aceleraciones y desaceleraciones, y generan condiciones más seguras para todos los actores. Sin embargo, es necesario evaluar atentamente cuáles velocidades permiten una efectiva reducción de las emisiones (véase van Woensel <i>et al.</i> , 2001), tema debatido en la literatura y para el cual existen distintos resultados relacionados con diferentes experimentaciones urbanas.
Responsables	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
Plazos	2025.
Política de origen	Declaración Presidencial Carbono Neutralidad 2050, junio 2019.
Cobeneficios y sinergias	La reducción de las velocidades, sobre todo en las calles locales, puede beneficiar notablemente también la seguridad vial, aumentando la visibilidad para los automovilistas y reduciendo el riesgo de accidentes que involucran sobre todo peatones y ciclistas. Las ventajas para la seguridad están asegurando que la medida sea bien recibida por la opinión pública, como demuestra por ejemplo el contexto europeo.
Evidencia	Keuken <i>et al.</i> , 2010; Madireddy <i>et al.</i> , 2011; Van Woensel <i>et al.</i> , 2001; Ellison y Greaves, 2015; ITF/OECD, 2018; Tranter y Boss, 2017.

Ficha 2.8

Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	Generar instrumentos económicos que desincentiven el uso del automóvil, especialmente para viajes (períodos y pares origen destino) en los cuales haya alternativas sustentables disponibles.
Acciones y medidas	<p>Implementar una política de tarificación vial en las ciudades de más de quinientos mil habitantes. Esta tarificación debe ser sensible a la zona de la ciudad y el horario de circulación. El costo debe procurar representar el costo marginal impuesto por un viaje en automóvil a la sociedad que no es percibido por el conductor.</p> <p>Implementar una política que limite el número de estacionamientos disponibles en zonas de alta afluencia y que exija un cobro que desincentive fuertemente su uso.</p> <p>Dejar de construir autopistas urbanas que permitan desplazarse hacia y desde centros urbanos de alta concentración de viajes.</p>
Impacto	Esta medida acompañada de otras que mejoren la disponibilidad, la asequibilidad y la calidad de servicio de los modos alternativos reduciría fuertemente el uso del automóvil y de esa manera se podría ir alcanzando las metas propuestas en otras acciones de este documento. Hay referentes internacionales que han reducido el tráfico automovilístico introduciendo formas de tarificación vial cuales <i>congestion charge</i> : en Milán, la introducción de la tarifa "AreaC" ha generado una reducción del tráfico en el área tarificada (-30,8%) y en la ciudad (-7,6%) en el primer año; en Londres, las emisiones de GEI han bajado en el primer año de tarificación en el centro (-16%) y la congestión también ha bajado (-26% en cuatro años).
Responsables	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones
Plazos	2023.
Política de origen	PACCC.
Cobeneficios y sinergias	Reduciendo el tráfico automovilístico, se genera menor contaminación atmosférica y acústica. Además, limitando el espacio para estacionamientos en las calles se liberan superficies de espacio público disponibles para otros usos, mejorando la calidad del entorno urbano.
Evidencia	Beria, 2016; Boggio y Beria, 2019; Eliasson, 2014; Levinson, 2010.



Ficha 2.9

Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	Desarrollar un plan de mejora del nivel de servicio del transporte colectivo y no motorizado en ciudades de más de 50.000 habitantes.
Acciones y medidas	<p>Desarrollar planes que consideren:</p> <p>Construcción de infraestructura en la superficie orientada a transporte público que le ofrezca mayor prioridad en los desplazamientos, basándose en las particularidades de cada ciudad y fomentando la intermodalidad; Los trenes urbanos y suburbanos son también infraestructura que fomenta la movilidad sustentable. Por lo tanto, continuar su implementación allí donde la demanda lo justifique (considerando las importantes externalidades que estos modos evitan).</p> <p>Construcción de infraestructura orientada a bicicleta y caminata, incluyendo infraestructura para estacionamientos de bicicletas y ciclovías.</p> <p>Intervención de infraestructura para modos sustentables, incluyendo facilidades para la intermodalidad. Esto incluye también la integración entre automóvil y el transporte masivo.</p> <p>Para alcanzar este propósito de favorecer los modos colectivos y no motorizados en la superficie, intencionar las inversiones en infraestructura tomando parte del espacio vial actualmente disponible para automóviles.</p>
Impacto	Reducir el espacio para los automóviles y disponerlo para transporte masivo, bicicletas y peatones debiera tener un impacto muy importante en atraer viajes desde el automóvil. La reducción de los viajes en auto es clave para contrastar las emisiones de GEI (véanse fichas 2.5 y 2.6)
Responsables	Municipios, gobiernos regionales, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Ministerio de Obras Públicas.
Plazos	Este plan de infraestructura con esta intencionalidad debería generarse en tres años y su implementación iniciarse de inmediato para llevarse a cabo intensamente durante 15 años.
Política de origen	Declaración Presidencial de Carbono Neutralidad, junio, 2019.
Cobeneficios y sinergias	<p>Promoviendo modos con menor generación de carbono, la acción puede contribuir a mayor calidad del aire.</p> <p>Favorecer el transporte colectivo y no motorizado permite reducir también congestión y mejorar la seguridad vial, además de concentrar recursos en los modos más utilizados por los grupos de menores ingresos. En el caso de proyectos a favor de bicicleta y caminata, la promoción de la movilidad activa puede ayudar a reducir el sedentarismo, beneficiando la salud de los individuos.</p>
Evidencia	Basso, Feres y Silva, 2019; Heinen y Mattioli, 2019; Pucher, Dill, y Handy, 2010.

**Ficha 2.10**

Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	Acentuar e intencionar el financiamiento para infraestructura y costos de operación de transporte público en ciudades de más de 50.000 habitantes.
Acciones y medidas	<p>Garantizar que el subsidio al transporte público vigente en nuestro país se use estricta y eficientemente para mejorar el nivel de servicio y para aumentar la asequibilidad de los usuarios.</p> <p>Destinar el cobro por uso del auto por estacionamientos y tarificación vial para mejorar el transporte público y no motorizado. (Esto en Chile implica un cambio de la legislación).</p> <p>Asimismo, destinar los recursos asociados al fin de algunas concesiones de infraestructura o a su renovación, a infraestructura para modos sustentables de transporte.</p> <p>Implementar integración tarifaria entre los modos de transporte sustentable como se ha hecho en Santiago, pero incluyendo también a bicis públicas y considerar eventualmente a taxis colectivos en algunas ciudades.</p>
Impacto	En términos de financiamiento, ejemplos de tarificación vial (como el caso de Londres y el de Milán) han generado recursos para el mejoramiento de transporte público (infraestructuras y servicios), de la infraestructura ciclable y para intervenciones de calmado de tráfico. También las políticas de estacionamiento pueden contribuir a una movilidad más sustentable y a una gestión más eficiente, siempre y cuando sean integradas en el contexto más amplio de la planificación urbana y del transporte.
Responsables	Gobiernos regionales, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Ministerio de Hacienda.
Plazos	A partir de 2023.
Política de origen	Declaración Presidencial Carbono Neutralidad 2050, junio 2019.
Cobeneficios y sinergias	Fortalecer el transporte público puede contribuir a reducir la contaminación atmosférica, reducir la congestión vial (reduciendo el número de viajes y/o los vehículos en circulación), aumentar la seguridad vial (disminuyendo los siniestros viales) y mejorar la salud pública en general, además de concentrar recursos en los modos más utilizados por los grupos de menores ingresos.
Evidencia	Boggio y Beria, 2019; Mingardo, Van Wee y Rye, 2015.

**Ficha 2.11**

Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	Reducir al 2040 la proporción de viajes que usan transporte privado a la mitad en cada ciudad de más de 50.000 habitantes.
Acciones y medidas	<p>Desarrollar un amplio programa de bicicletas públicas en las ciudades de más de 200.000 habitantes orientada no solo a sectores de alto ingreso, sino que también a que personas de bajo ingreso puedan usar este tipo de servicios (con y sin estación o “dock”) para acceder convenientemente al transporte colectivo mayor o para realizar viajes de pocos kilómetros.</p> <p>Un programa como este exigiría de subsidios para su implementación en una expansión global de la ciudad, incluyendo usuarios de bajo ingreso.</p>
Impactos	La implementación de sistemas de bicicletas públicas puede contribuir a reducir el número de auto en circulación, generando distintos beneficios para el medioambiente (como demostrado en ciudades de distinto tamaño que han introducido sistemas de bicicletas públicas): se generan ahorros en el consumo de combustible, se reducen las emisiones de contaminantes cuales CO_2 y NO_x , y disminuye también la congestión en los horarios de punta.
Responsables	Municipios, Gobiernos regionales, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Ministerio de Obras Públicas.
Plazos	Este plan debería generarse en tres años.
Política de origen	Declaración Presidencial Carbono Neutralidad 2050, junio 2019.
Cobeneficios y sinergias	La promoción de la bicicleta contribuye a mejorar la calidad de la vida de los habitantes, reduciendo la contaminación atmosférica, reduciendo el riesgo de siniestros viales y promoviendo formas de movilidad activa que benefician la salud del individuo.
Evidencia	Otero, Nieuwenhuijsen, y Rojas-Rueda, 2018; Zhang y Mi, 2018.

**Ficha 2.12**

Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	Mejorar sustancialmente las condiciones de desplazamiento en modos no motorizados en las ciudades de Chile.
Acciones y medidas	<p>Exigir que cada vecindario de aproximadamente 500m x 500m presente un Walk Score(R) de al menos 75 puntos. Explicación: un Walk Score de 75 puntos requiere ciertos servicios y comercio a una distancia caminable y es considerado como «un área con buenas condiciones que favorecen la caminata».</p> <p>Creación de una nueva guía de diseño vial para ciudades chilenas con un enfoque en el peatón, idealmente basado en las guías de NACTO (National Association of City Transportation Officials). Elementos claves: (i) un peatón no debiera caminar más de 50 metros para cruzar una calle, (ii) la distancia a cruzar en una calle no debe ser más de 5.50 metros, (iii) se prohíbe la instalación de pasarelas peatonales.</p> <p>En cada ciudad al menos el 50% del espacio público (incluye el espacio vial) dentro de la conurbación urbana debe ser de uso exclusivo para modos sustentables no motorizados (peatones y bicicletas), o para otros usos como área verde o equipamiento (por ejemplo bancos para sentarse o juegos infantiles).</p>
Impactos	La medida permite favorecer la caminata, forma de movilidad que hoy en día incluye un alto número de viajes cotidianos (17,8% de los viajes cotidianos en Valdivia son a pie, el 33,3% en La Serena-Coquimbo, el 24.1% en Concepción y el 29,1% (más de 6 millones al día en el Gran Santiago). Contando también las caminatas de los usuarios del transporte público hasta los paraderos y las estaciones más cercanas, más de la mitad de los viajes implican desplazarse a pie. Suponiendo una reducción futura del uso del automóvil a favor de transporte colectivo o no motorizado, las mejoras en el diseño del espacio público pueden facilitar la transición del auto a formas de movilidad más sustentables.
Responsables	Municipios, gobiernos regionales, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Desarrollo Social.
Plazos	Este plan debería generarse en tres años.
Política de origen	PANCC-II PACCC
Cobeneficios y sinergias	La medida puede aportar a la promoción de una ciudad compacta (medida 2.5) en que se reduzcan cantidad y distancias de viaje, y en general la promoción de modos no motorizados. En este sentido, la medida puede beneficiar de la reducción de la velocidad de los automóviles (medida 2.7). Finalmente, mejorar la calidad de los espacios públicos mejora también seguridad, bienestar y valor económico de los barrios intervenidos.
Evidencia	Cozens, 2008; Li, Joh, Lee, Kim, Park, y Woo, 2015; Marshall, Brauer, y Frank, 2009; National Association of City Transportation Officials, 2014; Rogers, Halstead, Gardner, y Carlson, 2011.

Ficha 2.13

Eje	Mitigación																
Submesa	Movilidad																
Meta	Transformar completamente el transporte público en ciudades de más de 50.000 habitantes (metro, buses, trolleys, tranvías y taxis colectivos) a tecnologías eléctricas u otras de cero emisiones de GEI (como hidrógeno).																
Acciones y medidas	<p>Garantizar que los vehículos del transporte público no sean responsables por emisiones contaminantes, promoviendo una evolución de la flota circulante a través de:</p> <p>Incentivos tributarios;</p> <p>Restricciones de importación a vehículos contaminantes y menos eficientes mediante regulación y estándares más exigentes en términos de emisiones y eficiencia;</p> <p>Subsidios a la infraestructura de carga de vehículos de tecnologías menos contaminantes;</p> <p>Subsidio a la operación de flotas no contaminantes;</p> <p>Incentivos al cambio en los modelos de negocio que favorezca el recambio a tecnologías más eficientes;</p> <p>Metas de reducción de consumo energético y emisiones de GEI.</p> <p>Se propone la siguiente agenda tentativa de renovación de flota:</p> <table><thead><tr><th>Año</th><th>Buses</th><th>Taxis colectivos</th><th>Taxis</th></tr></thead><tbody><tr><td>2025</td><td>25%</td><td>50%</td><td>50%</td></tr><tr><td>2030</td><td>80%</td><td>100%</td><td>100%</td></tr><tr><td>2035</td><td>100%</td><td>100%</td><td>100%</td></tr></tbody></table> <p>Considerando estos plazos, el país debería adquirir 1.590 buses eléctricos por año entre 2020 y 2030 y 795 entre 2031 y 2035. Asimismo, debería adquirir 4.430 vehículos eléctricos como taxis colectivos por año hasta el 2030.</p>	Año	Buses	Taxis colectivos	Taxis	2025	25%	50%	50%	2030	80%	100%	100%	2035	100%	100%	100%
Año	Buses	Taxis colectivos	Taxis														
2025	25%	50%	50%														
2030	80%	100%	100%														
2035	100%	100%	100%														
Impacto	Reducción de emisiones directas derivadas del transporte. El transporte hoy en día es responsable por el 24% de las emisiones de GEI en Chile (24.545,7 GgCO2eq, al 2013).																
Responsables	Gobiernos regionales, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, MMA, Ministerio de Energía.																
Plazos	Este plan de renovación debería generarse a fines del 2021.																
Política de origen	Estrategia Electromovilidad de Chile (100% transporte público y 40% transporte particular electro al 2050).																
Cobeneficios y sinergias	El recambio de tecnologías de transporte a menos y no contaminantes, como parte del concepto “Green mobility” que busca la reducción del impacto del sector transporte en el medio ambiente presenta varias sinergias con los ODS, el Acuerdo de París y otras agendas internacionales. Particularmente con SDG 13.2 de integración de medidas frente al cambio climático en políticas nacionales, estrategias y planificación. Mejora la calidad de servicio del sistema de transporte público, lo cual debiera tener un impacto en mantener (fidelizar) el uso de transporte público.																
Evidencia	Figenbaum, 2017; Mac Taylor, 2018; Nunes, Pinheiro, y Brito, 2019; Soria-Lara, Tarriño-Ortiz, Bueno, Ortega, y Vassallo, 2019; Zhang, Long, Wu y Li, 2018.																

Ficha 2.14

Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	Transformar progresivamente la flota de transporte privado de pasajeros a tecnologías eléctricas u otras de cero emisión de GEI (como hidrógeno).
Acciones y medidas	Implementar un programa de incentivos y restricciones que desincentive la adquisición de vehículos particulares a combustibles fósiles para transporte de pasajeros y que promueva la adquisición de vehículos eléctricos.
Impactos	El transporte hoy en día es responsable por el 24% de las emisiones de GEI en Chile (24.545,7 GgCO ₂ eq, al 2013). La transición a vehículos con cero emisión de GEI ofrecería un aporte relevante a la reducción de la contaminación atmosférica (aunque, en caso de vehículos eléctricos, sea necesario asegurar que la electricidad sea producida de manera limpia).
Responsables	Gobiernos regionales, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, MMA, Ministerio de Energía.
Plazos	Este programa de renovación debería generarse hasta 2022. La flota a nivel nacional de estos vehículos a tecnologías limpias deberá ceñirse a la siguiente agenda: 2% al 2025, 7% al 2030, 20% al 2040, 40% al 2050.
Política de origen	Estrategia Electromovilidad de Chile (100% transporte público y 40% transporte particular electro al 2050).
Cobeneficios y sinergias	El recambio de tecnologías de transporte a menos y no contaminantes, como parte del concepto « <i>Green mobility</i> » que busca la reducción del impacto del sector transporte en el medio ambiente presenta varias sinergias con los ODS, el Acuerdo de París y otras agendas internacionales. Particularmente con SNG 11.3 sobre acceso a transporte sostenible y SNG 13.2 de integración de medidas frente al cambio climático en políticas nacionales, estrategias y planificación ^[1] . La transición a vehículos limpios permitirá una relevante reducción de la contaminación atmosférica. Sin embargo, requiere enfrentar elementos de incertidumbre relacionados con tecnología, mercado y políticas. Además, se requiere una evolución de la infraestructura energética, con características distintas según el tipo de vehículos considerados (eléctricos, a hidrógeno). Sin embargo, se prevé que esta transición no requiera elevados costos extra.
Evidencia	Nordic EV Outlook, 2018; Figenbaum, 2017; Environmental Protection Agency, 2018; Zhang, Long, Wu y Li, 2018; Soria- Lara, Tarriño- Ortiz, Bueno, Ortega y Vasallo, 2019; Nuñez, Pinheiro y Brito, 2019; Greene, Park y Liu, 2014; Riesz, Sotiriadis, Ambach y Donovan, 2016; Wentland, 2016.



Ficha 2.15

Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	Reducir emisiones de GEI a través de la reducción de los viajes interurbanos de pasajeros.
Acciones/ Medida	<p>Definición, a través de los Planes de Ordenamiento Territorial Regional (PROT), de equipamientos básicos para ciudades secundarias no próximas a las capitales regionales</p> <p>Desarrollo de estrategias para transporte intermodal de pasajeros como parte de los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT).</p> <p>Las estrategias deberían incluir la coordinación (tarifaria, de horarios...) entre servicios y operadores distintos, así como la realización de terminales intermodales en las principales ciudades.</p>
Impacto	<p>Reducción de emisiones, favoreciendo el uso del transporte público y promoviendo el uso de modos más sustentables (por ejemplo, transporte público en lugar de automóviles; combinaciones de tren + bus en lugar de uso exclusivo de buses); el tema es relevante considerando que el transporte hoy en día es responsable por el 24% de las emisiones de GEI en Chile (24.545,7 GgCO₂eq, al 2013). El uso del transporte público resulta más fácil y atractivo para el usuario, debido a tarificación integrada, claridad del servicio y facilidad de intercambios. Los gobiernos regionales están a cargo de «fomentar y velar por el buen funcionamiento de la prestación de servicios en materias de transporte» indicando los elementos de transporte y vialidad que estructuran el territorio. La intermodalidad es promovida en varios contextos como clave para un transporte público atractivo y cómodo para el usuario, siendo una de las estrategias claves de la Unión Europea y de redes de ciudades innovadoras como C40, que —a pesar de limitaciones— en varios contextos ha resultado exitosa.</p>
Responsables	Ministerio de Vivienda y Urbanismo, gobiernos regionales.
Plazos	2020: elaboración de PROT en cada región del país.
Política de origen	PNDU
Cobeneficios y sinergias	Chile es un Estado centralizado, en donde —a pesar de esfuerzos hacia una mayor descentralización sigue— Santiago y pocas ciudades más siguen concentrando la mayoría de las oportunidades. Disminuir el centralismo del país podría no solo contribuir al desarrollo rural, sino también reducir la necesidad de viajar hacia las principales ciudades para poder acceder a ciertas oportunidades.
Evidencia	Orellana y Marshall, 2016; Thayer Correa, 2011.

Ficha 2.16

Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	Reducir emisiones de GEI a través del mejoramiento de los sistemas de transporte interurbano para pasajeros.
Acciones y medidas	<p>La reducción de vuelos domésticos y su reemplazo por trenes está siendo analizada en Francia y Holanda. Por razones ambientales, en países como Suecia se ha bajado el número de pasajeros en vuelos domésticos. Además, el transporte ferroviario resulta en muchos casos más competitivo del transporte aéreo, como demuestra el caso de la relación Londres - París.</p> <p>Hay ejemplos exitosos de relevantes cambios de partición modal del avión al tren. En Italia, el tren de alta velocidad entre Milán y Roma (600 km aprox., 3 horas de viaje en tren vs. 1 hora en avión) produjo un relevante cambio: en el 2008, el 50% de los pasajeros se movía en avión y el 36% en tren; en el 2015, con el tren de alta velocidad el 70% se movía en tren y el 20% en avión. Los proyectos ferroviarios debieran aumentar su competitividad si se consideran los costos y beneficios ambientales, así como los económicos.</p> <p>Así, se propone aumentar la participación de los modos de transporte energéticamente más eficientes (como el tren) para transporte interurbano de pasajeros. Se propone reexaminar y reducir los vuelos nacionales de corta duración. La reducción debería ser considerada cuando no haya problemas de continuidad territorial.</p>
Impactos	<p>Reducción de emisiones, favoreciendo el uso del transporte público y promoviendo el uso de modos más sustentables (ej. transporte público en lugar de automóviles; combinaciones de tren + bus en lugar de uso exclusivo de buses); el tema es relevante considerando que el transporte hoy en día es responsable por el 24% de las emisiones de GEI en Chile (24.545,7 GgCO₂eq, al 2013). El uso del transporte público resulta más fácil y atractivo para el usuario debido a tarificación integrada, claridad del servicio y facilidad de intercambios.</p> <p>Considerando el número de pax/kms para el transporte aéreo doméstico de pasajeros (13.198.702 pax en el 2017) y asumiendo una emisión de 115 g de CO₂ por pax/km (para un Boeing 737), el transporte aéreo doméstico produce 1518 toneladas de CO₂ por año. Reducir del 50% los vuelos domésticos llevaría a un ahorro de 758 ton de CO₂/año.</p>
Responsables	Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
Plazos	<p>2 años: -20% emisiones por vuelos pasajeros domésticos.</p> <p>5 años: -50% emisiones por vuelos pasajeros domésticos.</p>
Política de origen	PANCC
Cobeneficios y sinergias	<p>Considerando el número de pax/kms para el transporte aéreo doméstico de pasajeros (13.198.702 en el 2017, fuente) y asumiendo una emisión de 115 g de CO₂ por pax/km (para un Boeing 737, fuente), el transporte aéreo doméstico produce 1517,8 toneladas de CO₂ por año. Reducir del 50% los vuelos domésticos llevaría a un ahorro de 758 ton de CO₂/año. Esta medida puede ser complementada por la recuperación de la red ferroviaria existente.</p>
Evidencia	Avelberg, 2019; Rothengatter, 2010.

**Ficha 2.17**

Eje	Mitigación
Submesa	Movilidad
Meta	100% transporte urbano e interurbano de carga y servicios cero emisiones al 2050.
Acciones y medidas	<p>Regulación de tecnología más estricta (menos contaminantes, y a futuro no contaminantes) transporte urbano e interurbano de carga y servicios:</p> <p>Restricciones de importación a vehículos contaminantes y menos eficientes mediante regulación y estándares más exigentes en términos de emisiones y eficiencia;</p> <p>Establecimiento de estándares más estrictos de emisiones y eficiencia para transporte urbano e interurbano de carga y servicios, incluyendo estándares y estrategias distintos para el transporte de carga terrestre, marítimo, aéreo y ferroviario.</p>
Impactos	Reducción de emisiones, favoreciendo el uso de modos más sustentables (por ejemplo, transporte ferroviario en lugar de camiones); el tema es relevante considerando que el transporte hoy en día es responsable por el 24% de las emisiones de GEI en Chile (24.545,7 GgCO ₂ eq, al 2013) y que la mayoría de la carga es movida por camiones: en el 2017, las toneladas transportadas por tren a nivel nacional fueron 26 millones mientras que el transporte carretero de carga movilizó 11554 millones de toneladas.
Responsables	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, MMA, Ministerio de Energía.
Plazos	Recambio de 30% al 2030, 60% al 2040 y del 100% al 2050.
Política de origen	MAPS Chile
Cobeneficios y sinergias	<p>Política Energética 2050, Lineamiento 34: Mejorar la eficiencia energética de los vehículos y de su operación. Estrategia Electromovilidad de Chile (100% transporte público y 40% transporte particular electro al 2050). Proyecto Ley Eficiencia Energética considera elementos importantes para la maduración y el desarrollo de la eficiencia energética en Chile, entre los cuales se encuentran: velar por las condiciones que faciliten la instalación y operación de estaciones de carga para vehículos eléctricos y promover la renovación del parque vehicular con vehículos más eficientes, con énfasis en aquellos de propulsión eléctrica.</p>
Evidencia	Figenbaum, 2017; Letnik, Marksel, Luppino, Bardi y Božicnik, 2018; Taylor, 2018 Nunes, Pinheiro y Brito, 2019; Venturini, Karlsson y Münster, 2019; Zhang, Long, Wu y Li, 2018.

Ficha 3. Edificación, equipamiento y energía

Ficha 3.1	
Eje	Mitigación
Submesa	Edificación, equipamiento y energía
Meta	Reducción del 50% de la demanda de energía de edificios residenciales nuevos al 2020.
Acciones y medidas	<p>Reglamentación térmica obligatoria: Actualización (mejora) en base a estándares de desempeño térmico de la NTM-11, los cuales se incorporen al Artículo 4.1.10. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). Modificación de la OGUC (edificios residenciales): Incrementar estándares mínimos de transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente, y de hermeticidad al aire.</p> <p>Actualización de estándares cada 5 años.</p> <p>Implementación obligatoria a nivel nacional al 2021.</p> <p>Integración con planificación urbana.</p>
Responsables	Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Energía.
Plazos	Incorporación a la OGUC el 2020.
Política de origen	Norma Técnica NTM-11 del MINVU.
Cobeneficios y sinergias	Creación de empleo; crecimiento del mercado edificios eficientes, materiales; mejoramiento confort térmico; M mejoramiento condiciones ambientales; reducción consumo energético; incremento de la independencia energética del país; reducción de las enfermedades y muertes prematuras debidas a la contaminación del aire; reducción del impacto del carbono negro proveniente de la masiva combustión de leña (para calefacción en viviendas) sobre el derretimiento del hielo y nieve en las zonas montañosas, sur y Antártica; reducción del fenómeno de isla de calor en ciudades.
Evidencia	Bustamante, 2013; Tori, Vera, Bustamante y Sills, 2019; Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2014.



Ficha 3.2

Eje	Mitigación
Submesa	Edificación, equipamiento y energía
Meta	Reducción del 50% de la demanda de energía de edificios no-residenciales nuevos al año 2022.
Acciones y medidas	<p>Creación Reglamentación Térmica obligatoria. Definición de estándares de desempeño térmico para edificios no-residenciales.</p> <p>Modificación de la OGUC: Aplicación a edificios no-residenciales, Definición de estándares mínimos de transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente, superficie de ventanas, de hermeticidad al aire, coeficiente de ganancia de calor solar, entre otros (considerar desempeño en todo período del año, según clima)</p> <p>Actualización de estándares cada 5 años.</p> <p>Incorporación a la OGUC el 2022.</p> <p>Implementación obligatoria a nivel nacional al 2023.</p> <p>Integración con planificación urbana.</p>
Responsables	Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Energía, Ministerio de Obras Públicas.
Plazos	A partir de 2022
Política de origen	No hay
Cobeneficios y sinergias	Creación de empleo; crecimiento del mercado edificios eficientes, materiales; mejoramiento confort térmico; mejoramiento condiciones ambientales; reducción consumo energético; Incremento de la independencia energética del país, reducción de las enfermedades y muertes prematuras debidas a la contaminación del aire; reducción del impacto del carbono negro proveniente de la masiva combustión de leña (para calefacción en viviendas) sobre el derretimiento del hielo y nieve en las zonas montañosas, sur y Antártica; reducción del fenómeno de isla de calor en ciudades.
Evidencia	Pino, Bustamante, Escobar, y Encinas, 2012; Bustamante y Encinas, 2012; Bustamante, Encinas, Otárola, y Pino, 2012.

Ficha 3.3

Eje	Mitigación
Submesa	Edificación, equipamiento y energía
Meta	Generar información del desempeño energético de las edificaciones para los involucrados en el sector inmobiliario (compradores, vendedores, inversionistas, instituciones financieras, etcétera.)
Acciones y medidas	<p>Obligatoriedad de la Calificación Energética para edificios residenciales, comerciales, oficinas y públicos.</p> <p>Información y calificación del desempeño energético.</p> <p>Etiqueta de consumo energético en los términos establecidos por la Calificación Energética.</p> <p>Etiqueta de emisiones de GEI basado en el consumo energético en términos de CO₂ equivalente en (kg CO₂eq/m² año).</p> <p>Implementación obligatoria a nivel nacional al 2020 para residencial y a partir del 2025 para edificios comerciales, públicos y oficinas.</p> <p>Integración con planificación urbana.</p>
Responsables	Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Energía, Ministerio de Obras Públicas.
Plazos	A partir de 2020 para edificios residenciales (CEV), a partir del 2025 para edificios no residenciales.
Política de origen	Ley de Eficiencia Energética, Artículo 3.
Cobeneficios y sinergias	Creación de empleo; crecimiento del mercado edificios eficientes, materiales; mejoramiento confort térmico; mejoramiento condiciones ambientales; reducción consumo energético; incremento de la independencia energética del país; reducción de las enfermedades y muertes prematuras debidas a la contaminación del aire; reducción del impacto del carbono negro proveniente de la masiva combustión de leña (para calefacción en viviendas) sobre el derretimiento del hielo y nieve en las zonas montañosas, sur y Antártica. Reducción del fenómeno de isla de calor en ciudades.
Evidencia	Yueming, y Kahn, 2019; Alberini y Towe, 2015; Considine, y Sapci, 2016; EPA, 2012.

Ficha 3.4

Eje	Mitigación
Submesa	Edificación, equipamiento y energía
Meta	Disminución progresiva de carbono incorporado en productos de construcción desde 2020 a 2050. Cero emisiones netas al 2050.
Acciones y medidas	<p>Establecer inventarios para la realización de análisis de ciclo de vida de los materiales y sistemas constructivos.</p> <p>(1) Generación de información del carbono incorporado en los materiales de construcción desde el año 2020</p> <p>(2) Obligatoriedad de señalización cuantitativa ($\text{CO}_2\text{e}/\text{m}^2$) del carbono incorporado en materiales de construcción en forma de etiquetas obligatorias: para materiales en construcciones nuevas residencial o no residencial y para la venta de construcciones existentes desde el año 2022.</p> <p>(3) Incorporación de estándares de carbono incorporado en materiales de construcción al Código NZEB al año 2030.</p>
Responsables	MINVU, Ministerio de Energía, MOP.
Plazos	A partir 2022.
Política de origen	PACC Ciudades.
Cobeneficios y sinergias	La disminución progresiva de intensidad de carbono incorporado en edificación se encuentra asociado a la disminución de volumen de productos y por consiguiente a la disminución de residuos de construcción. Por consiguiente esta medida se asocia a las metas del Programa de Gestión de Residuos de Construye 2025 y del Programa Economía Circular de Corfo.
Evidencia	Ecobase construcción innova CORFO 13bpc3-19204, 2014; Langevin, Harris y Reyna, 2019; Dessus y O'Connor, 2003.



Ficha 3.5

Eje	Mitigación
Submesa	Edificación, equipamiento y energía
Meta	Nuevas edificación residenciales cero energía neta al año 2030 y edificaciones no-residenciales cero energía neta al año 2035.
Acciones y medidas	<p>Creación del código de edificación energía neta cero (NZEB) obligatorio para edificios residenciales y no residenciales.</p> <p>Desarrollo Código NZEB para edificaciones residenciales y no residenciales:</p> <p>Definición de estándares mínimos de desempeño energético de cada elemento de la envolvente.</p> <p>Definición de estándares de hermeticidad al aire.</p> <p>Definición de estándares de ganancias interiores.</p> <p>Definición de estándares de sistemas de energía (producción y distribución).</p> <p>Definición de estándar de carbono incorporado en materiales de construcción.</p> <p>Implementación obligatoria a nivel nacional al 2030 para edificaciones residenciales y el 2035 para edificaciones no-residenciales.</p> <p>Integración con planificación urbana.</p>
Responsables	Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Energía, Ministerio de Obras Públicas.
Plazos	A partir de 2030.
Política de origen	Norma Técnica MINVU
Cobeneficios y sinergias	Creación de empleo; crecimiento del mercado edificios eficientes, materiales; mejoramiento confort térmico; mejoramiento condiciones ambientales; reducción consumo energético; incremento de la independencia energética del país; reducción de las enfermedades y muertes prematuras debidas a la contaminación del aire ; reducción del impacto del carbono negro proveniente de la masiva combustión de leña (para calefacción en viviendas) sobre el derretimiento del hielo y nieve en las zonas montañosas, sur y Antártica. Reducción del fenómeno de isla de calor en ciudades.
Evidencia	International Energy Agency and the United Nations Environment Programme, 2018; Charisi y Stergiani, 2017; Colclough, Griffiths y Hewitt, 2019; Wolfgang, Schnieders, Dorer y Haas, 2005; Schnieders y Hermelink, 2006; Athar, Al-Ghamdi, y Koç, 2019; Comstock, Garrigan, Pouffary y Stéphane, 2012; Bustamante W, Bunster V, Ojeda JE, Vera S, Dietz A, Burdiles M, 2019; Tori, Vera, Bustamante y Sills, 2019.



Ficha 3.6

Eje	Mitigación
Submesa	Edificación, equipamiento y energía
Meta	Reducción de energía en 70% del parque inmobiliario existente.
Acciones y medidas	<p>Desarrollar un código energético de reacondicionamiento de edificios existentes obligatorio al 2030, pero con metas parciales.</p> <p>Aplicado a todas renovaciones / rehabilitaciones en función del grado de protección de:</p> <p>Basado en los estándares de desempeño energético y de consumo de energía según establezca el código.</p> <p>Definición de estándares mínimos de desempeño energético de cada elemento de la envolvente.</p> <p>Definición de estándares de hermeticidad al aire.</p> <p>Definición de estándares de ganancias internas.</p> <p>Definición de estándares de sistemas de energía (producción y distribución).</p> <p>Definición del estándar de consumo de energía según zona climática.</p> <p>Definición de estándar de carbono incorporado en materiales de construcción.</p> <p>Actualización de estándares y de consumos cada 5 años.</p> <p>Implementación a nivel nacional al 2030.</p> <p>Integración con planificación urbana.</p>
Responsables	Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Energía, Ministerio de Obras Públicas.
Plazos	<p>Desarrollo del código: 2025.</p> <p>Implementación al 10% del parque inmobiliario: 2035.</p> <p>Implementación al 40% del parque inmobiliario: 2040.</p> <p>Implementación al 100% del parque inmobiliario: 2050.</p>
Política de origen	Norma Técnica MINVU.
Cobeneficios y sinergias	Creación de empleo; crecimiento del mercado edificios eficientes, materiales; mejoramiento confort térmico; mejoramiento condiciones ambientales; reducción consumo energético; incremento de la independencia energética del país; reducción de las enfermedades y muertes prematuras debidas a la contaminación del aire; reducción del impacto del carbono negro proveniente de la masiva combustión de leña (para calefacción en viviendas) sobre el derretimiento del hielo y nieve en las zonas montañosas, sur y Antártica; reducción del fenómeno de isla de calor en ciudades.
Evidencia	Simon, Ordoñez, Girard y Parrado, 2019.

Ficha 3.7

Eje	Mitigación
Submesa	Edificación, equipamiento y energía
Meta	Financiamiento e incentivos de eficiencia energética y reducción de emisiones del 50% de la políticas públicas establecidas.
Acciones y medidas	<p>Creación y aumento de herramientas financieras para el subsidio de buenas prácticas e implementación de tecnologías y materiales eficientes, en edificios nuevos y en renovaciones / rehabilitaciones de edificios existentes.</p> <p>Incentivos para materiales aislantes en la envolvente, ventanas, puertas, tratamiento de puentes térmicos, hermeticidad al aire, y para sistemas eficientes de energía (para calefacción, enfriamiento, ACS, ventilación mecánica) en forma de: Fondos dedicados, Créditos de impuestos, Préstamo con tasa 0% o preferenciales, Becas o devolución, Feed-in Tariffs para electricidad solar PV, ajuste tarifa según capacidad de producción.</p>
Responsables	MINVU, Ministerio de Energía, MOP
Plazos	Desde 2020
Política de origen	MINVU
Cobeneficios y sinergias	Creación de empleo; crecimiento del mercado edificios eficientes, materiales; mejoramiento confort térmico; mejoramiento condiciones ambientales; reducción consumo energético; Incremento de la independencia energética del país; reducción de las enfermedades y muertes prematuras debidas a la contaminación del aire; reducción del impacto del carbono negro proveniente de la masiva combustión de leña (para calefacción en viviendas) sobre el derretimiento del hielo y nieve en las zonas montañosas, sur y Antártica; reducción del fenómeno de isla de calor en ciudades.
Evidencia	Nejat, Jomehzadeh, Taheri, Gohari y Muhd, 2015.

Ficha 4. Infraestructura y espacios verdes

Ficha 4.1	
Eje	Adaptación
Submesa	Infraestructura y espacios verdes
Meta	Reconocimiento y Protección de áreas de biodiversidad urbana (humedales, lagos y lagunas, dunas, bosques relictos de bosque nativo).
Acciones y medidas	<p>Impulsar un marco metodológico y normativo para elaborar línea de base de biodiversidad (diagnóstico) y de servicios ecosistémicos en áreas urbanas y periurbanas del país, en pos de la implementación de medidas de regulación y protección efectivas.</p> <p>Crear una línea base de biodiversidad y servicios ecosistémicos (oferta y demanda) de los ecosistemas presentes en áreas urbanas y periurbanas del país, clasificadas por zonas geográficas.</p> <p>Aprobación e Implementación de la Ley que crea el Servicio Nacional de Biodiversidad en el MMA.</p> <p>Implementación de Ley de protección de Humedales Urbanos.</p> <p>Ejecutar el Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022 del MMA.</p> <p>Considerar la inclusión de Áreas de Biodiversidad Urbana que presentan servicios ecosistémicos, Reservas Naturales Urbanas valoradas por la comunidad como: humedales, lagos, lagunas, dunas, bosques relictos de bosque nativo, y otros. En los PLADECO y en sus respectivos instrumentos de regulación como Ordenanzas Municipales, independientes de figuras oficiales de protección y conservación que tengan.</p> <p>Implementación de una Plataforma Pública integrada con la Información de Biodiversidad Urbana, disponible tanto para la divulgación, gestión, investigación y seguimiento de estas áreas.</p>
Responsables	Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Servicio Vivienda y Urbanismo, Municipios.
Plazos	2020-2024
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	<p>La pérdida de biodiversidad producto de la expansión urbana es un fenómeno crítico y se hace agrava aún más en áreas de Gobernanza débil como muchas ciudades chilenas. Por tanto, es necesario incrementar el catastro e información a nivel nacional y local (línea base), así como fortalecer la necesaria regulación y legislación que apunten a proteger ecosistemas naturales y seminaturales urbanos y periurbanos.</p> <p>Hábitats, servicios ecosistémicos, espacios de creación, bienestar.</p>
Consideraciones tema de género e indígena	Considerar en levantamiento de línea base de biodiversidad y servicios ecosistémicos, y también en el proceso de participación de la comunidad para establecer potenciales Reservas Naturales urbanas, humedales y en las nuevas áreas de conservación en el marco de SBAP.
Evidencia	University of Yale, 2018; Armesto, Arroyo y Hinojosa, 2007; Underwood, Viers, Klausmeyer, Cox y Shaw, 2009; Pauchard, Aguayo, Peña y Urrutia, 2006; Rojas, Pino, Basnou y Vivanco, 2013; Rojas, 2018; Dobbs, Hernandez , Reyes-Paecke y Miranda, 2018; Reyes y Figueroa, 2010; Ciencia Ambiental Consultores, 2018.

Ficha 4.2

Eje	Adaptación
Submesa	Infraestructura y espacios verdes
Meta	Infraestructura verde pública para la protección y resiliencia de la costa.
Acciones y medidas	<p>Generar nuevos estándares metodológicos para la planificación, diseño y construcción de proyectos de infraestructura verde en la costa desde una perspectiva de adaptación al cambio climático y resiliencia ante riesgos de desastres de origen natural.</p> <p>Guía con recomendaciones de diseño para la implementación de infraestructura verde pública más resiliente para la protección de zonas costeras y/o zonas vulnerables a desastres (parques de mitigación y buffer costeros). Generación de una base de datos de climas de oleaje estandarizada para el establecimiento de solicitudes para el diseño de infraestructura verde costeras.</p> <p>Creación de una Red de Santuarios de la Naturaleza, que otorgue categoría de conservación a los ecosistemas críticos costeros: playas, humedales, dunas, estuarios</p> <p>Declarar Santuarios de la Naturaleza a los 40 humedales del Plan de Protección del Gobierno.</p> <p>Integración de criterios de zonificación territorial al proyecto de Ley de Borde Costero, resguardando áreas de protección.</p> <p>Política de Reconstrucción de Infraestructura ante desastres con criterios de sustentabilidad e infraestructura verde.</p> <p>Programa de localización de infraestructura básica en zonas seguras de evacuación por tsunamis, coincidente con la implementación de infraestructura verde urbana.</p> <p>Guía aplicada de espacios de evacuación y equipamiento de emergencia asociados a la implementación de infraestructura verde.</p> <p>Guía con recomendaciones para la protección costera con diseño basado en ecosistemas para el manejo de riesgos que combina la solución natural con la tecnología.</p> <p>Priorizar las figuras de protección en el Bosque Nativo de la C. de la Costa.</p>
Responsables	MMA – Ministerio de Obras Públicas – Ministerio de Vivienda y Urbanismo – Ministerio de Bienes Nacionales.
Implementación (Financiamiento, plazos)	2020-2024
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	La costa chilena se encuentra muy presionada por el aumento de la urbanización, edificación y el aumento de la frecuencia y magnitud de desastres naturales, esto ha ocasionado problemas por ejemplo de erosión costera al restar sedimentos aportados por cuencas costeras y andinas. Por otro lado, el desarrollo de amenazas naturales y de eventos extremos están dañando severamente a las ciudades (pérdida de vidas humanas, daños en infraestructura). Por tanto, se requiere una gestión integrada de costa, que asegure la protección de ecosistemas costeros que aportan servicios ecosistémicos, desarrollando alternativas de infraestructura que apoye el uso racional con criterios de sustentabilidad e infraestructura verde y la seguridad frente a amenazas naturales. Resiliencia, adaptación, planificación territorial.
Consideraciones tema de género e indígena	América Latina la inequidad de género de los desastres se relaciona con el racismo, la pobreza, la marginalidad y la heteronormatividad (Ryder, 2017). El Marco de Acción de Sendai reconoce el rol de la mujer en el fortalecimiento de la resiliencia social, mientras que la experiencia en Chile post desastre 2010 establece amplias brechas en la inserción de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD).
Evidencia	Seto, Fragkias, Güneralp y Reilly, 2011; Hallegatte, Green, Nicholls, Corfee-Morlot, 2013; Carvajal, Contreras-López, Winckler, y Sepúlveda, 2017; Campos-Caba, 2016; Winckler, Contreras-López, Vicuña, Larraguibel, Mora, Esparza, Salcedo, Gelcich, Fariña, Martínez, Agredano, Melo, Bambach, Morales, y Marinkovic, 2019; Martínez, Contreras-López, Winckler, Hidalgo, Godoy y Agredano, 2018; Martínez, 2014; Rojas, Sáez, Martínez y Jaque, 2014; Tironi y Rodríguez-Giralt, 2017; Tironi y Manríquez, 2018; Narayan, Beck, Wilson, Thomas, Guerrero, Shepard, Reguero, Franco, Ingram y Trespalacios, 2017; Davis, Krüger y Hinzmann, 2015.



Ficha 4.3

Eje	Adaptación
Submesa	Infraestructura y espacios verdes
Meta	Impulsar Planes Maestros y proyectos estratégicos de Infraestructura Verde Urbana (IVU) en áreas metropolitanas y urbanas.
Acciones y medidas	<p>Desarrollar e Implementar Planes Maestros de Infraestructura Verde para las áreas metropolitanas y principales ciudades chilenas, con la identificación de proyectos estratégicos a ser implementados, que consideren el total de recursos ambientales.</p> <p>Incorporar criterios de IVU en las actualizaciones de instrumentos de planificación intercomunal y metropolitanos.</p> <p>Promulgación de la Política Nacional de Parques Urbanos.</p> <p>Impulsar el desarrollo de Proyectos estratégicos de anillos, cinturones y/o corredores verdes para conectar espacios abiertos naturales con parques urbanos y restauración de áreas degradadas.</p> <p>Impulsar Redes y conectividad ecológica en ciudades para contener el crecimiento urbano disperso.</p> <p>Conectar las áreas periurbanas definidas como infraestructura ecológica (MMA) con la infraestructura verde de la ciudad.</p> <p>Incorporación en la gestión municipal indicadores de Infraestructura Verde Urbana (IVU) por ciudades, como un indicador de equidad urbana.</p>
Responsables	Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Medio Ambiente, Gobiernos Regionales.
Implementación (Financiamiento, plazos)	2020-2023
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Conectividad Ecológica, Recreación, Aprovechamiento sustentable del Agua.
Consideraciones tema de género e indígena	Considerar en medidas de accesibilidad.
Evidencia	Rojas, Pino, Basnou y Vivanco, 2013; Inostroza, Bauer y Csaplovics, 2013; Rojas, De la Barrera, Aránguiz, Pino y Munizaga, 2017; Benedict y McMahon, 2006; Elmqvist, Fragkias, Googness, Gúneralp, Macotullio, McDonald, Parnell, Schewenius, Sendstad, Seto y Wilkinson, 2013; Hellmund y Smith, 2006; Comisión Europea, 2014; Vásquez, 2016; Fernández de Gatta, 2018.

Ficha 4.4

Eje	Adaptación
Submesa	Infraestructura y espacios verdes
Meta	Fortalecer la adaptación al cambio climático de los ríos urbanos y cursos de agua, con criterios de infraestructura verde y planificación territorial.
Acciones y medidas	<p>Generar nuevos estándares metodológicos para la planificación de corredores fluviales urbanos, que derivan en planes estratégicos de Infraestructura Verde en las principales ciudades de Chile, integrando criterios de espacio público con adaptación al cambio climático y resiliencia ante riesgos de desastres de origen natural.</p> <p>Impulsar la incorporación y protección de los ríos urbanos y cursos de agua en los instrumentos de planificación territorial y urbana como corredores ecosistémicos prioritarios para la conservación y mantención de la biodiversidad, propiciando un modelo de gestión integrada y coherente en las diversas escalas.</p> <p>Actualizar normativas y reglamentaciones efectivas sobre ríos urbanos y cursos de agua, considerando áreas estratégicas para su manejo y protección tanto en tramos urbanos y periurbanos (y que propicien medidas de restricción de ocupación de llanuras aluviales, extracción de áridos, etcétera).</p> <p>Avanzar en la Planificación y protección de cuencas hidrográficas que se vinculen con la protección de los ríos urbanos y sus principales afluentes, estableciendo criterios de restauración de cuencas y áreas de conservación de bosque en tramo superior de áreas urbanas.</p> <p>Desarrollar Planes Estratégicos para los ríos urbanos y principales cursos de agua en ciudades de Chile, que consideren su potencial de constituir corredores verdes prioritarios para la calidad de vida de las personas, incorporando criterios de sustentabilidad, restauración ecológica, revitalización y recuperación, así como mantención y gestión.</p> <p>Implementar un programa a escala regional para la mantención de los principales cursos de agua en relación con la gestión de la basura, integrando aspectos ambientales y sociales.</p> <p>Guía con recomendaciones de diseño de infraestructura verde más resiliente para la protección de ríos urbanos y zonas de resguardo vulnerables a desastres, incorporando soluciones basadas en la naturaleza para disminuir escorrentía y contaminación del agua (Bioingeniería vs. Ingenierías grises, parques fluviales v/s contenciones, etcétera).</p> <p>Implementar Estrategias y programas educativos y de difusión que propicien la comprensión del ecosistema fluvial y su dinamismo, fortaleciendo la relación entre la comunidad y sus ríos (fortalecer la identidad que propicie su protección).</p>
Responsables	MMA – Ministerio de Obras Públicas – Ministerio de Vivienda y Urbanismo –Ministerio de Bienes Nacionales.
Implementación (Financiamiento, plazos)	2018-2022
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Aprovechamiento del agua, resiliencia, protección a eventos extremos, mitigación de inundaciones y marejadas, calidad de las aguas.
Consideraciones tema de género e indígena	Los ríos y sus afluentes son considerados como elementos de gran identidad para las comunidades locales, especialmente indígenas, y su valoración y protección forma parte integrante de su cultura.
Evidencia	Xiao y McPherson, 2011; Mabry y Barrett, 2002; Dunning, Borgella Jr., Clements y Meffe, 1995; Cohen-Shacham, Walters, Janzen y Maginnis, 2016; Vásquez, 2016; González, Hernández, Perló y Zamora, 2010; Iturriaga y Seisdedos, 2012.

Ficha 4.5

Eje	Adaptación
Submesa	Infraestructura y espacio Verde
Meta	Impulsar estándares para proyectos de Infraestructura Verde Urbana (IVU) en Parques Urbanos
Acciones y medidas	<p>Definición e implementación de estándares de construcción sustentable para infraestructura verde en Parques</p> <p>Actualización de Guía de diseño de parques urbanos y áreas verdes bajo un enfoque de sustentabilidad y adaptación al cambio climático, incorporando criterios de ciudades sensibles al agua (Water Sensitive Urban Design, WSUD) con comprensión del territorio a través de corredores o buffer sustentables (verdes-hídricos). Vincular, mediante circulares de la División de Desarrollo Urbano (DDU) o instructivos, a la reglamentación del artículo 184 de la LGUC, a fin de explicitar el desarrollo de Infraestructura Verde Urbana (IVU) como parte integrante de los “desarrollos de espacios públicos o mejoramiento de los ya existentes” susceptibles de recibir incentivos de normas urbanísticas en los planes reguladores.</p> <p>Implementación de una política nacional de Parques Urbanos.</p> <p>Incorporación de indicadores de aporte de Servicios Ecosistémicos en evaluaciones costo beneficio de proyectos de Parques Urbanos para su priorización (Postulaciones FNDR)</p> <p>Programa de Implementación, adaptación y adecuación de Parques urbanos y espacios verdes como estrategias para enfrentar el cambio climático en ambientes urbanos, con aplicación de estándares sustentables en el diseño, construcción, operación y mantención.</p> <p>Implementación de soluciones basadas en la naturaleza como alternativa a la infraestructura gris para proyectos MINVU y MOP de Parques Urbanos asociados a cursos de agua (en riberas, contenciones, bordes, etc.)</p> <p>Impulsar la recuperación de Lagunas urbanas y periurbanas por medio de la integración en zonas de parques.</p>
Responsables	Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Municipios.
Implementación (Financiamiento, plazos)	2020-2022
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Accesibilidad, cohesión social, movilidad activa, servicios ecosistémicos.
Consideraciones tema de género e indígena	Considerar enfoque género y edad en diseño y accesibilidad a parques.
Evidencia	Mexia, Vieira, Príncipe, Anjos, Silca, Lopes, Freitas, Santos-Reis, Correia, Branquinho y Pinho, 2018; Vásquez, 2016; Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2017; Rojas, Paéz, Barbosa y Carrasco, 2016; Paz, Negev, Clermont, Green, 2016.



Ficha 4.6

Eje	Adaptación
Submesa	Infraestructura y espacios verdes
Meta	Espacio público como soporte para la adaptación al cambio climático
Acciones y medidas	<p>Desarrollar e Implementar proyectos de espacio público bajo un enfoque de sustentabilidad y adaptación al cambio climático</p> <p>Difusión y priorización de la inversión estatal en espacios públicos que prioricen el uso de la Guía de la Dimensión Humana, el Manual de elementos urbanos sustentables que utilicen los recursos de manera eficiente, para asegurar su calidad durante su operación.</p> <p>Utilización de la Herramienta de evaluación de sustentabilidad de espacios públicos.</p> <p>Actualización de Guía de diseño de Espacios públicos bajo un enfoque de sustentabilidad y adaptación al cambio climático.</p> <p>Actualizar reglamento del Programa de Espacios públicos.</p> <p>Incorporación de criterios de arquitectura del Paisaje en Programa Quiero Mi Barrio y otros.</p> <p>Certificación de Espacios públicos que consideren en su diseño criterios de sustentabilidad y adaptación al cambio climático.</p>
Responsables	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Implementación (Financiamiento, plazos)	2020-2024
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Recreación, accesibilidad, bienestar y salud (reducir obesidad).
Evidencia	Kuo, 2011; Barbosa, Tratalos, Armsworth, Davies, Fuller, Johnson y Gaston, 2007; Salas-Olmedo y Rojas, 2017; Rojas, Díaz, Rueda, De la Fuente, Olguín, 2019; Navarrete-Hernandez, y Laffan, 2019.

**Ficha 4.7**

Eje	Adaptación
Submesa	Infraestructura y espacios verdes
Meta	Gestión de las aguas lluvias y la seguridad de la infraestructura sanitaria frente a los impactos del cambio climático
Acciones y medidas	<p>Priorización de ciudades en función de las proyecciones de precipitaciones y los riesgos o eventos extremos asociados (sequías, inundaciones) para la implementación de medidas adaptativas en la gestión de aguas lluvias e infraestructura sanitaria.</p> <p>Estudio de factibilidad del impacto del cambio climático en la infraestructura sanitaria, a fin de promover medidas adaptativas como reutilización de aguas grises.</p> <p>Guía de recomendaciones para la planificación y medidas operacionales para reducir el volumen de pérdidas de aguas lluvias con criterios de WSUD (Water Sensitive Urban Design) en ciudades afectadas por sequías en zonas de catástrofe.</p> <p>Plan de infraestructura sanitaria para aumentar la capacidad de almacenamiento en ciudades afectadas por sequías atribuibles al cambio climático.</p> <p>Manual con recomendaciones de desarrollo de bajo impacto para el manejo evacuación de aguas lluvias con criterios de Infraestructura Verde.</p> <p>Estudio de estanques y pozos de acumulación de aguas lluvias en EEPP y edificaciones nuevas.</p> <p>Análisis de costo-beneficio de WSUD para justificar la inversión en este tipo de intervenciones.</p>
Responsables	Ministerio de Obras Públicas (Superintendencia de Servicios Sanitarios), Municipios, Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
Implementación (Financiamiento, plazos)	2021-2025
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Aprovechamiento del agua, control hidrológico, suministro de agua limpia.
Evidencia	Bedan y Clausen, 2009; Los Angeles & San Gabriel Rivers Watershed Council, 2010; Rojas, Sáez, Martínez y Jaque, 2014.



Ficha 4.8

Eje	Adaptación
Submesa	Infraestructura y espacios verdes
Meta	Fomentar la utilización eficiente del recurso hídrico en el espacio público
Acciones y medidas	<p>Establecer una Línea Base de especies vegetacionales adaptables a los climas de las ciudades chilenas, con criterios sustentables de riego e Incentivar el uso de tecnologías de reutilización de agua para riego.</p> <p>Elaboración de guías regionales para la identificación, selección y manejo de especies vegetacionales en áreas urbanas y periurbanas que sean pertinentes con el clima local.</p> <p>Recomendaciones para la elaboración de ordenanzas urbanas de vegetación nativa con baja demanda hídrica en espacios públicos de mantenimiento municipal.</p> <p>Medición y monitoreo de los metros cúbicos de agua utilizados en riego de espacios públicos por municipios.</p> <p>Establecer parámetros de oferta territorial de agua para riego, dilucidando capacidades de mantención y redistribución territorial en los municipios.</p> <p>Desarrollo de técnicas de captación de aguas-lluvia en proyectos de construcción de Parques de gran superficie.</p> <p>Programa de restauración de humedales urbanos como potenciales reservorios de agua dulce y plantas hidrófitas.</p> <p>Fomentar la utilización de pavimentos permeables para la mantención de aguas subterráneas e infiltración de napas.</p> <p>Evaluar el desempeño de distintas especies de arbolado urbano, tanto nativas como exóticas, de acuerdo con las condiciones ambientales y climáticas de cada ciudad.</p>
Responsables	Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio del Medio Ambiente, Municipios.
Implementación (Financiamiento, plazos)	2020-2024
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Calidad del Agua, infiltración.
Consideraciones tema de género e indígena	Participación ciudadana en la selección de especies de un proyecto dando espacio para especies que tengan una conexión patrimonial o cultural.
Evidencia	Reyes y Figueroa, 2010; Hiron y Sjöman, 2018.



Ficha 4.9

Eje	Adaptación
Submesa	Infraestructura y espacios verdes
Meta	Impulsar medidas de protección, gestión y monitoreo del arbolado urbano como aporte a la infraestructura verde en ciudades
Acciones y medidas	<p>Programa de protección, gestión y monitoreo del arbolado urbano en el marco del cambio climático, como principal aporte a la infraestructura verde en ciudades</p> <p>Proyecto e Implementación de Ley de arbolado urbano.</p> <p>Restauración ecológica de bosques periurbanos y arbolado urbano.</p> <p>Actualización de guía de Arborización Urbana de CONAF, que incorpore criterios de selección de especies, plantación y manejo, con énfasis en adaptación al cambio climático (uso especies nativas, baja demanda hídrica, criterios de poda y riego, etcétera)</p> <p>Implementación de Ordenanzas Municipales para la gestión y manejo del arbolado urbano con criterios de adaptación al cambio climático (regulación de plantación, riego, poda, reemplazo etcétera)</p> <p>Implementación de un catastro de arbolado urbano georreferenciado en cada comuna del país como parte de su gestión ambiental, con el objetivo de hacerle seguimiento y manejo a las distintas especies en un contexto de cambio climático.</p> <p>Programa de silvicultura preventiva contra incendios forestales en interfaz urbana-rural y control de aguas superficiales y subterráneas.</p> <p>Incentivar programas de compensación por emisiones de los planes de prevención y descontaminación atmosférica con masas vegetacionales de la ciudad, tanto en espacio público como en el periurbano.</p>
Responsables	MMA, Ministerio de Agricultura-CONAF, municipios, legisladores
Implementación (Financiamiento, plazos)	2022
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Protección, fuentes de trabajo, planificación territorial, resiliencia.
Evidencia	Donovanet et al., 2013; Mullaney, Lucke y Trueman, 2015; Escobedo, Nowak, Wagner, De la Maza, Rodríguez, Crane y Hernández, 2006; Fernández y Vargas, 2011; Carbonnel, Aqueveque, Carmona, 2017; Romero, Opazo, Salgado y Smith, 2010.



Ficha 4.10

Eje	Adaptación
Submesa	Infraestructura y espacios verdes
Meta	Desarrollar las capacidades en los gobiernos regionales y municipales
Acciones y medidas	<p>Fortalecer la gobernanza ambiental para infraestructura verde a escala regional y local.</p> <p>Fortalecer el Sistema de certificación ambiental Municipal (SCAM).</p> <p>Fortalecer el programa de comunas sustentables.</p> <p>Fortalecer la capacidad de los municipios para realizar los expedientes para la postulación a Santuarios de la Naturaleza</p> <p>Capacitaciones en formulación de proyectos de Infraestructura Verde a funcionarios públicos.</p> <p>Promover certificación de arborista para manejo de arbolado urbano.</p> <p>En conflictos socioambientales priorizar por la realización de consultas y plebiscitos ciudadanos.</p>
Responsables	Gobiernos regionales, municipios
Implementación (Financiamiento, plazos)	2022
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Áreas protegidas, seguridad, gestión, cohesión social, fortalecimiento y valorización de identidad local, patrimonio natural local.
Evidencia	IPBES, 2018; Rice, Seixas, Zaccagnini, Bedoya-Gaitán, Valderrama, Anderson, Arroyo, Bustamante, Cavender-Bares, Díaz-de-Leon, Fennessy, García Márquez, García, Helmer, Herrera, Klatt, Ometo, Rodríguez Osuna, Scarano, Schill y Farinaci, 2018.

Ficha 5. Riesgos y desastres

Ficha 5.1	
Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 1	Identificar las múltiples amenazas para todo el territorio nacional
Acciones y medidas	Hacer un catastro del régimen de perturbaciones de origen climático que afectan a cada región, incluyendo la recurrencia de los eventos en una perspectiva histórica. Publicación sobre del tipo de eventos extremos que asolan al país (en texto, mapas, fotografías, videos, relatos y archivos), a la escala que corresponde a la amenaza, incluyendo una síntesis histórica de los eventos extremos y de su período de retorno.
Responsables	MMA, Dirección Meteorológica de Chile, Servicio Nacional de Geología y Minería, Dirección General de Aguas, Oficina Nacional de Emergencias, Ministerio de Obras Públicas, SHOA, SISS, INE, Archivo Nacional.
Plazos	2022 y revisión cada 2 años
Política de origen	Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2018; Guía Análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial; Estrategia Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación para un Chile resiliente frente a desastres de origen natural; Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030; PACC Pesca y Acuicultura.
Cobeneficios y sinergias	Metas: «Caracterizar los niveles de exposición y vulnerabilidad multi-amenaza para todo el territorio nacional» e «Implementar y fortalecer sistemas de alerta temprana».
Evidencia	Comisión Nacional para la resiliencia frente a desastres de origen natural (CREDEN), 2016; Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2015; ONEMI, 2016; Soto, Märker, Castro y Rodolfi, 2015; Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011; Nagy, Filho, Azeiteiro, Heimfarth, Verocai y Li, 2018.

Ficha 5.2	
Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 2	Caracterizar los niveles de exposición y vulnerabilidad multi-amenaza para todo el territorio nacional.
Acciones y medidas	Caracterizar las condiciones de exposición y vulnerabilidad actual (línea de base), identificando las múltiples amenazas potenciales y sus interacciones a escala territorial (zonificación de riesgo a escala comunal con áreas críticas por amenazas). Publicación de informe con estudios y mapas de la exposición y vulnerabilidad multiamenaza para todo el territorio nacional (escala regional, provincial, comunal, según el peligro a analizar).
Responsables	MMA, Dirección Meteorológica de Chile, Servicio Nacional de Geología y Minería, Dirección General de Aguas, Oficina Nacional de Emergencias, MOP, SHOA, SISS, Ministerio de Desarrollo Social, MINVU.
Plazos	2025 con actualización cada 5 años o antes en caso de evento extremo.
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	SEGPRES, DIPRES, SUBDERE, Municipalidades. Organizaciones de la sociedad civil o centros de investigación (ejemplo, ITREND, CIGIDEN, CR2, CITRID, Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático). Elaboración de IPT.
Evidencia	González, Monsalve, Moris, Herrera, 2018; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 (FONDAP 1511009), 2019; IPCC, 2014.

Ficha 5.3

Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 2	Caracterizar los niveles de exposición y vulnerabilidad multiamenaza para todo el territorio nacional.
Acciones y medidas	<p>Caracterizar los niveles de exposición y vulnerabilidad futuras en función de escenarios previstos a mediano y largo plazo.</p> <p>Publicación de informe con los escenarios (mediano y largo plazo) de exposición y vulnerabilidad multi-amenaza para todo el territorio nacional (escala regional, provincial, comunal, según el peligro a analizar).</p>
Responsables	MMA, Dirección Meteorológica de Chile, Servicio Nacional de Geología y Minería, Dirección General de Aguas, Oficina Nacional de Emergencias, Ministerio de Obras Públicas, SHOA, SISS, Ministerio de Desarrollo Social, Ministerio de Economía.
Plazos	2025 con actualización cada 5 años o antes caso de evento extremo.
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	SEGPRES, DIPRES, SUBDERE, municipalidades, organizaciones de la sociedad civil o centros de investigación (ejemplo, ITREND, CIGIDEN, CR2, CITRID, Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático).Elaboración de IPT.
Evidencia	González, Monsalve, Moris, Herrera, 2018; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 (FONDAP 1511009), 2019; IPCC (2014).

Ficha 5.4

Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 3	Implementar y fortalecer sistemas de monitoreo en todo el territorio nacional.
Acciones y medidas	<p>Aumentar la densidad de estaciones de monitoreo que permitan diagnosticar las distintas amenazas que afectan al territorio nacional y que afectan zonas pobladas.</p> <p>Plan de instalación y operación de un sistema de monitoreo para cada amenaza que afectaría los asentamientos humanos y zonas vulnerables del país, incluyendo cronograma de seguimiento y poner a disposición los datos.</p>
Responsables	SHOA, DGA, DMC, ONEMI, MMA, SISS, DIRECTEMAR.
Plazos	2022 Plan; 2025 Implementación del sistema y cronograma.
Política de origen	PACC Ciudades, Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2018, PACC Pesca y Acuicultura.
Cobeneficios y sinergias	Ministerio de Agricultura, ONEMI, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Minería.
Evidencia	Sun, Zhang y Cheng, 2012; Schumann, Hostache, Puech, Hoffmann, Matgen, Pappenberger y Pfister, 2007.



Ficha 5.5

Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 3	Implementar y fortalecer sistemas de monitoreo en todo el territorio nacional.
Acciones y medidas	Aumentar la densidad de estaciones de monitoreo que permitan diagnosticar las distintas amenazas que afectan al territorio nacional y que afectan zonas pobladas. Definición de los mecanismos de financiamiento y mantención de Plan de instalación y operación del sistema de monitoreo.
Responsables	SHOA, DGA, DMC, ONEMI, MMA, SISSS, DIRECTEMAR, Ministerio de Agricultura, Onemi, MOP, Ministerio de Minería.
Plazos	2022 Plan; 2025 Implementación del sistema y cronograma.
Política de origen	PACC Ciudades, Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2018, PACC Pesca y Acuicultura.
Cobeneficios y sinergias	
Evidencia	Sun, Zhang y Cheng, 2012; Schumann, Hostache, Puech, Hoffmann, Matgen, Pappenberger y Pfister, 2007.

Ficha 5.6

Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 3	Implementar y fortalecer sistemas de monitoreo en todo el territorio nacional.
Acciones y medidas	Aumentar la densidad de estaciones de monitoreo que permitan diagnosticar las distintas amenazas que afectan al territorio nacional y que afectan zonas pobladas. Mejorar capacidad nacional de análisis de la información de los sistemas de alerta temprana y definición de escenarios de riesgo para la población.
Responsables	SHOA, DGA, DMC, ONEMI, MMA, SISSS, DIRECTEMAR, Ministerio de Agricultura, ONEMI, MOP, Ministerio de Minería.
Plazos	2022 Plan-2025 Implementación del sistema y cronograma.
Política de origen	PACC Ciudades, Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2018, PACC Pesca y Acuicultura.
Cobeneficios y sinergias	
Evidencia	Sun, Zhang y Cheng, 2012; Schumann, Hostache, Puech, Hoffmann, Matgen, Pappenberger y Pfister, 2007.

Ficha 5.7

Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 3	Implementar y fortalecer sistemas de alerta temprana en todo el territorio nacional.
Acciones y medidas	Coordinar los sistemas de comunicación de las instituciones involucradas en la gestión de los riesgos de desastre para que actúen en situaciones de emergencia de manera eficaz y eficiente. Definir un protocolo unificado de alerta temprana con distintos grados de severidad según el tipo de amenaza.
Responsables	SHOA, DGA, DMC, ONEMI, MMA, SISS.
Plazos	2022 con actualización cada 5 años o antes en caso de evento extremo.
Política de origen	PACC Ciudades, Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2018, PACC Pesca y Acuicultura.
Cobeneficios y sinergias	Esta ficha es transversal con la Meta 4: Implementar y actualizar planes de emergencia, en lo que respecta a la acción de aviso a la población mediante mensajes de texto en celulares.
Evidencia	Romang, Zappa, Hilker, Gerber, Dufour, Frede, Bérod, Oplatka, Hegg y Rhyner, 2011; Sun, Zhang y Cheng, 2012; Schumann, Hostache, Puech, Hoffmann, Matgen, Pappenberger y Pfister, 2007.

Ficha 5.8

Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 3	Implementar y fortalecer sistemas de alerta temprana en todo el territorio nacional.
Acciones y medidas	Coordinar los sistemas de comunicación de las instituciones involucradas en la gestión de los riesgos de desastre para que actúen en situaciones de emergencia de manera eficaz y eficiente. Desarrollo tecnológico de las telecomunicaciones (telefonía, web, etcétera) para el aviso oportuno y detallado de los eventos.
Responsables	SHOA, DGA, DMC, ONEMI, MMA, SISS.
Plazos	2022 con actualización cada 5 años o antes en caso de evento extremo.
Política de origen	PACC Ciudades, Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2018, PACC Pesca y Acuicultura.
Cobeneficios y sinergias	Esta ficha es transversal con la Meta 4: Implementar y actualizar planes de emergencia, en lo que respecta a la acción de aviso a la población mediante mensajes de texto en celulares.
Evidencia	Romang, Zappa, Hilker, Gerber, Dufour, Frede, Bérod, Oplatka, Hegg y Rhyner, 2011; Sun, Zhang y Cheng, 2012; Schumann, Hostache, Puech, Hoffmann, Matgen, Pappenberger y Pfister, 2007.

Ficha 5.9

Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 4	Implementar y actualizar los planes de preparación ante la emergencia fortaleciendo las capacidades de las comunidades.
Acciones y medidas	<p>Desarrollar un plan de acción operativo que permita a los gobiernos regionales y municipios minimizar el tiempo de reacción ante una emergencia y regreso a las actividades normales, previendo el posible daño al entorno construido y a la población.</p> <p>Publicación de una guía operativa de los planes de emergencia que defina la estructura de operación, roles, responsabilidades, procedimientos, estrategias y recomendaciones para que el Comité de Emergencia coordine las acciones a realizar para hacer frente al evento.</p>
Responsables	Onemi (Ministerio del Interior), GORE, municipios, CONAF, bomberos e Instituciones relacionadas con el tipo de evento.
Plazos	2020 con revisión cada dos años.
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Esta ficha tiene relación directa con la Meta 3 y los Planes tendrán relación directa con el tipo de alarma definida.
Evidencia	Barría, Cruzat, Cienfuegos, Gironás, Escauriaza, Bonilla, Moris, Ledezma, Guerra, Rodríguez y Torres, 2019.

Ficha 5.10

Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 4	Implementar y actualizar los planes de preparación ante la emergencia fortaleciendo las capacidades de las comunidades.
Acciones y medidas	<p>Desarrollar un plan de acción operativo que permita a los gobiernos regionales y municipios minimizar el tiempo de reacción ante una emergencia y regreso a las actividades normales, previendo el posible daño al entorno construido y a la población.</p> <p>Definición de un Comité de emergencia conformado por las instituciones directamente relacionadas con el impacto ocasionado por el evento.</p>
Responsables	Onemi (Ministerio del Interior), GORE, municipios, CONAF, bomberos e Instituciones relacionadas con el tipo de evento.
Plazos	2020 con revisión cada dos años.
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Esta ficha tiene relación directa con la Meta 3 y los planes tendrán relación directa con el tipo de alarma definida.
Evidencia	Barría, Cruzat, Cienfuegos, Gironás, Escauriaza, Bonilla, Moris, Ledezma, Guerra, Rodríguez y Torres, 2019.

Ficha 5.11

Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 4	Implementar y actualizar los planes de preparación ante la emergencia fortaleciendo las capacidades de las comunidades.
Acciones y medidas	Desarrollar un plan de acción operativo que permita a los gobiernos regionales y municipios minimizar el tiempo de reacción ante una emergencia y regreso a las actividades normales, previendo el posible daño al entorno construido y a la población. Plan de acción dirigido a la preparación de la población para fortalecer las capacidades de las comunidades.
Responsables	Onemi (Ministerio del Interior), GORE, municipios, CONAF, bomberos e Instituciones relacionadas con el tipo de evento.
Plazos	2020 con revisión cada dos años.
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Esta ficha tiene relación directa con la Meta 3 y los Planes tendrán relación directa con el tipo de alarma definida.
Evidencia	Barría, Cruzat, Cienfuegos, Gironás, Escauriaza, Bonilla, Moris, Ledezma, Guerra, Rodríguez y Torres, 2019.

Ficha 5.12

Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 4	Implementar y actualizar los planes de preparación ante la emergencia fortaleciendo las capacidades de las comunidades.
Acciones y medidas	Desarrollar un plan de acción operativo que permita a los gobiernos regionales y municipios minimizar el tiempo de reacción ante una emergencia y regreso a las actividades normales, previendo el posible daño al entorno construido y a la población Captura y documentación de las medidas adoptadas y lecciones aprendidas post evento para la mantención actualizada del Plan. Previsión de estrategias y recomendaciones para eventos futuros.
Responsables	Onemi (Ministerio del Interior), GORE, municipios, CONAF, bomberos e Instituciones relacionadas con el tipo de evento.
Plazos	2020 con revisión cada dos años
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Esta ficha tiene relación directa con la Meta 3 y los Planes tendrán relación directa con el tipo de alarma definida.
Evidencia	Barría, Cruzat, Cienfuegos, Gironás, Escauriaza, Bonilla, Moris, Ledezma, Guerra, Rodríguez y Torres, 2019.

Ficha 5.13

Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 5	Rehabilitar de forma planificada incluyendo un enfoque integral de reducción de riesgo de desastres.
Acciones y medidas	Definir y actualizar los planes, políticas, estándares, criterios y normas de la habitabilidad transitoria. Implementación de los planes, políticas, estándares, criterios y normas para la habilitación de albergues y viviendas transitorias mediante una coordinación intersectorial y en distintos niveles de acción en el territorio.
Responsables	ONEMI con contraparte técnica de MMA, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, SERNAGEOMIN, SHOA, Ministerio de Desarrollo Social, GORE.
Plazos	2022
Política de origen	PACC Ciudades, Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.
Cobeneficios y sinergias	Relación con meta: «Definir estándares de planificación urbana y territorial resiliente al clima considerando el enfoque integral de reducción de riesgo de desastres y la perspectiva multiescalar (espacial y temporal)». SUBDERE, municipalidades. Organizaciones de la sociedad civil o centros de investigación (ejemplo: ITREND, CIGIDEN, CR2, CITRID, Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático). Junto a estos centros hay cobeneficios en el desarrollo e implementación de mejores instrumentos de planificación territorial, implementación de infraestructura verde, mejoras para la calidad de vida. Hay oportunidad de alcanzar mayores niveles de sustentabilidad a partir de una reconstrucción más resiliente frente a eventos naturales.
Evidencia	CCCM Cluster, 2010; Collins, Corsellis y Vitale, 2010; FOSIS, 2010; Garay, Pfenniger, Tapia y Larenas, 2016; ONEMI, 2018; Wagemann, Moris, 2018.

Ficha 5.14

Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 6	Promover infraestructura y edificaciones resilientes.
Acciones y medidas	Desarrollar un conjunto de herramientas, bases de datos y metodologías para el diseño e implementación de infraestructura y edificaciones resilientes. Guía Metodológica para el análisis y diseño, y Manual de buenas prácticas para la selección, construcción, mantenimiento y monitoreo de infraestructura y edificaciones resilientes. Ambas mediante la implementación de una plataforma online para su uso a lo largo del territorio nacional.
Responsables	MOP y MINVU. Resultados a ser implementados por la Comunidad Ingenieril Nacional.
Plazos	2025
Política de origen	MOP Y MMA (2017). Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático. Santiago, Chile.
Cobeneficios y sinergias	Ministerio de Bienes Nacionales, Municipalidades. Organizaciones de la sociedad civil o centros de investigación (ejemplo, ITREND, CIGIDEN, CR2, CITRID, Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático). Hay oportunidad de alcanzar mayores niveles de sustentabilidad a partir de una reconstrucción más resiliente frente a eventos naturales.
Evidencia	Gironás y Yañez, 2019; Centro de Cambio Global UC, 2012; Centro de Cambio Global UC, 2013; CNID, 2016; MMA, 2017; Milly, Betancourt, Falkenmark, Hirsch, Kundzewicz, Lettenmaier y Stouuer, 2008; Salas, Obeyesekere, 2014.



Ficha 5.15

Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 7	Definir e implementar estándares de planificación urbana y territorial resiliente al clima considerando un enfoque integral de reducción de riesgo de desastres y la perspectiva multiescalar (espacial y temporal).
Acciones y medidas	<p>Perfeccionar el contenido de los Estudios de Riesgo para la formulación de Instrumentos de Planificación Territorial (IPT) y otros instrumentos disponibles, incluyendo marcos normativos, indicativos y mecanismos de implementación, atendiendo las distintas escalas de planificación y con una perspectiva multirriesgo, para todo el territorio nacional.</p> <p>Publicación de una guía metodológica para desarrollar el contenido de los Estudios de Multirriesgo para la formulación de IPT y otros instrumentos de planificación en sus distintas escalas, con criterios y metodologías estandarizados.</p>
Responsables	Ministerio de Vivienda y Urbanismo con contraparte técnica de ONEMI, MMA, Ministerio de Obras Públicas, SERNAGEOMIN, SHOA y Ministerio de Desarrollo Social.
Plazos	2025 y 2030
Política de origen	PACC Ciudades; Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) Artículo 2.1.17; Política Nacional de Desarrollo Urbano y futura Política Nacional de Ordenamiento Territorial.
Cobeneficios y sinergias	<p>Relación con metas: «Identificar las múltiples amenazas para todo el territorio nacional» y «Caracterizar los niveles de exposición y vulnerabilidad multi-amenaza para todo el territorio nacional».</p> <p>SEGPRES, DIPRES, Ministerio de Bienes Nacionales, SUBDERE, Municipalidades. Organizaciones de la sociedad civil o centros de investigación (ej. ITREND, CIGIDEN, CR2, CITRID, Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático). Beneficios en transporte, movilidad, accesibilidad y recreación. Además, se fomenta el desarrollo de corredores verdes y corredores azules con cuerpos de agua.</p>
Evidencia	SUBDERE, 2011; González, Monsalve, Moris y Herrera, 2018; Martínez, Moris y Qüense, 2016; Servicio de Evaluación Ambiental, 2017; Oke, Mills, Christen y Voogt, 2017; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 (FONDAP 1511009), 2018.

**Ficha 5.16**

Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 7	Definir e implementar estándares de planificación urbana y territorial resiliente al clima considerando el enfoque integral de reducción de riesgo de desastres y la perspectiva multiescalar (espacial y temporal).
Acciones y medidas	Formulación de los IPT y otros instrumentos de planificación, con perspectiva temporal , incluyendo: comportamiento histórico observado, presente y escenarios previstos a mediano y largo plazo. Informe que demuestre que los IPT incluyen el análisis de los niveles de exposición y vulnerabilidad multi-amenaza históricos, presentes y futuros.
Responsables	GORE, Municipios y Ministerio de Vivienda y Urbanismo con contraparte técnica de ONEMI, MMA, Ministerio de Obras Públicas, SERNAGEOMIN, SHOA y Ministerio de Desarrollo Social.
Plazos	2025 y 2030
Política de origen	PACC Ciudades, Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) Artículo 2.1.17.
Cobeneficios y sinergias	Relación con metas: «Identificar las múltiples amenazas para todo el territorio nacional» y «Caracterizar los niveles de exposición y vulnerabilidad multi-amenaza para todo el territorio nacional». SEGPRES, DIPRES, Ministerio de Bienes Nacionales, SUBDERE, Municipalidades. Organizaciones de la sociedad civil o centros de investigación (ej. ITREND, CIGIDEN, CR2, CITRID, Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático). Beneficios en transporte, movilidad, accesibilidad y recreación. Además, se fomenta el desarrollo de corredores verdes y corredores azules con cuerpos de agua.
Evidencia	SUBDERE, 2011; González, Monsalve, Moris y Herrera, 2018; Martínez, Moris y Qüense, 2016; Servicio de Evaluación Ambiental, 2017; Oke, Mills, Christen y Voogt, 2017; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 (FONDAP 1511009), 2018.

**Ficha 5.17**

Eje	Adaptación
Submesa	Riesgos y desastres
Meta 7	Definir e implementar estándares de planificación urbana y territorial resiliente al clima considerando el enfoque integral de reducción de riesgo de desastres y la perspectiva multiescalar (espacial y temporal).
Acciones y medidas	<p>Capacitar a los gobiernos regionales y municipios sobre el Enfoque Integral de Reducción de Riesgo de Desastre (o a quien corresponda la implementación de los IPT).</p> <p>Plan de acción para capacitar autoridades, profesionales y encargados de la implementación de los IPT y otros instrumentos de planificación con un enfoque integral de la reducción de riesgo de desastres en sus distintas escalas.</p>
Responsables	GORE, Municipios y Ministerio de Vivienda y Urbanismo con contraparte técnica de ONEMI, MMA, MOP, SERNAGEOMIN, SHOA, y Ministerio de Desarrollo Social.
Plazos	2025 y 2030
Política de origen	PACC Ciudades, Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) Artículo 2.1.17.
Cobeneficios y sinergias	<p>Relación con metas: «Identificar las múltiples amenazas para todo el territorio nacional» y «Caracterizar los niveles de exposición y vulnerabilidad multi-amenaza para todo el territorio nacional».</p> <p>SEGPRES, DIPRES, Ministerio de Bienes Nacionales, SUBDRE, Municipalidades.</p> <p>Organizaciones de la sociedad civil o centros de investigación (ejemplo, ITREND, CIGIDEN, CR2, CITRID, Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático).</p> <p>Beneficios en transporte, movilidad, accesibilidad y recreación. Además, se fomenta el desarrollo de corredores verdes y corredores azules con cuerpos de agua.</p>
Evidencia	SUBDERE, 2011; González, Monsalve, Moris, y Herrera, 2018; Martínez, Moris y Qüense, 2016; Servicio de Evaluación Ambiental, 2017; Oke, Mills, Christen y Voogt, 2017; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 (FONDAP 1511009), 2018.

Ficha 6. Vulnerabilidad y salud poblacional

Ficha 6.1

Eje	Adaptación
Submesa	Vulnerabilidad y salud poblacional
Meta	Impulsar la gestión del agua frente a los impactos del cambio climático.
Acciones y medidas	<p>Mapa nacional de áreas vulnerables dada sequía o calidad deficiente de agua y recomendaciones específicas para asegurar abastecimiento</p> <p>Identificación de los recursos y acciones necesarias (técnicos, económicos y humanos) para la implementación de la racionalización de uso del agua, incluyendo reúso de aguas.</p> <p>Estudio de nivel nacional identificando, desde un marco prospectivo, las alternativas de racionalización de agua en ciudades</p> <p>Disminución de la vulnerabilidad en salud mediante el diagnóstico de identificación de zonas vulnerables a la disminución de la disponibilidad y/o calidad del agua para la bebida y establecimiento de medidas que aseguren su abastecimiento</p>
Responsables	SSSP: Salud Ambiental; SSRA: Modelo; Secretarías Regionales Ministeriales (correspondientes a las zonas de riesgo)- MINSAL.
Plazos	2020-2024
Política de origen	PACC Ciudades, PACC Salud.
Cobeneficios y sinergias	Mejora en la calidad de vida de zonas vulnerables por sequía o calidad deficiente.
Evidencia	Levy, Smith y Carlton, 2018.

Ficha 6.2

Eje	Adaptación-Gobernanza
Submesa	Vulnerabilidad y salud.
Meta	Estudiar el impacto de las olas de calor sumado al efecto de islas de calor urbanas.
Acciones y medidas	<p>Analizar estudios vinculados al tema e identificar el problema de islas de calor urbanas</p> <p>Elaboración de un diagnóstico preliminar. Identificación de brechas y necesidades de información para evaluar los riesgos.</p>
Responsables	MMA, MINSAL
Plazos	2020- 2022
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	
Evidencia	O'Lenick, Wilhelmi, Michael, Hayden, Baniassadi, Wiedinmyer, Monaghan, Crank y Sailor, 2019; Sarricolea y Meseguer- Ruiz, 2019; Smith, Lamarca y Henríquez, 2019.

Ficha 6.2

Eje	Adaptación
Submesa	Vulnerabilidad y salud poblacional.
Meta	Estudiar el impacto de las olas de calor sumado al efecto de islas de calor urbanas.
Acciones y medidas	Cuantificar los costos en salud pública que esta problemática involucra para el Estado, identificando medidas Elaboración de un estudio para evaluar los riesgos de las olas de calor acentuados por la presencia de las islas de calor, principalmente en el contexto de la población urbana más vulnerable. Identificación de una estructura operativa interinstitucional, apropiada para la implementación de las medidas.
Responsables	MMA, MINSAL
Plazos	2020- 2022
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	
Evidencia	O'Lenick, Wilhelmi, Michael, Hayden, Baniassadi, Wiedinmyer, Monaghan, Crank y Sailor, 2019; Sarricolea y Meseguer- Ruiz, 2019; Smith, Lamarca y Henríquez, 2019.

Ficha 6.4

Eje	Adaptación
Submesa	Vulnerabilidad y salud poblacional.
Meta	Implementación de Planes de Descontaminación Atmosférica: Estrategia 2014 - 2018.
Acciones y medidas	Evaluación de la reducción de casos evitados en morbilidad y mortalidad por el conjunto de planes de descontaminación de casos evitados de morbilidad y mortalidad por los PDA.
Responsables	MMA, MINSAL
Plazos	2021
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	Hay cobeneficios en términos de la relación entre la reducción de GEI y contaminación local.
Evidencia	Orru, Ebi y Forsberg, 2017; Romero- Lankao, Qin y Borbor- Cordova, 2013.

Ficha 6.5

Eje	Adaptación
Submesa	Vulnerabilidad y salud poblacional.
Meta	Desarrollar e implementar, en coordinación con la autoridad sanitaria, programas específicos de prevención y fomento de la salud urbana en el contexto de los riesgos del cambio climático.
Acciones y medidas	Empoderar y educar a la ciudadanía en las temáticas del cambio climático y sus impactos sobre la salud de la población Se espera incluir, además de los ejes que actualmente aborda el Departamento de Promoción de la Salud y Participación Ciudadana, («Alimentación saludable», «Humo y tabaco», y «Actividad física», «confort térmico generado por olas de calor»), un cuarto eje sobre el cambio climático y sus impactos sobre la salud de la población. (Se empalma con el PACC Salud).
Responsables	MINSAL
Plazos	2020
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	
Evidencia	Angelini, 2017.

Ficha 6.6

Eje	Adaptación
Submesa	Vulnerabilidad y salud poblacional.
Meta	Desarrollar e implementar, en coordinación con la autoridad sanitaria, programas específicos de prevención y fomento de la salud urbana en el contexto de los riesgos del cambio climático.
Acciones y medidas	Desarrollo de programa de educación a la población vulnerable al contagio de enfermedades vectoriales y zoonóticas (Medida 12 PACC Salud). Programa de educación a la ciudadanía con respecto a la prevención de enfermedades zoonóticas y vectoriales en zonas de riesgo. (Se empalma con el PACC Salud).
Responsables	MINSAL
Plazos	2020
Política de origen	PACC Ciudades
Cobeneficios y sinergias	
Evidencia	Bardosh, Ryan, Ebi, Welburn y Singer, 2017.

Ficha 6.7

Eje	Adaptación- Gobernanza
Submesa	Vulnerabilidad y salud poblacional.
Meta	Evaluar periódicamente la vulnerabilidad de sistemas humanos y naturales frente a los impactos del cambio climático, estableciendo los riesgos y oportunidades que presenta este fenómeno.
Acción/ Medida	Generación, análisis y actualización de información sobre vulnerabilidad y riesgos frente cambio climático Generar y actualizar mapas de vulnerabilidad en el territorio nacional.
Responsables	MINSAL
Plazos	2020
Política de origen	PANCC II
Cobeneficios y sinergias	
Evidencia	Nagy, Filho, Azeiteiro, Heimfarth, Verocai y Li, 2018; Ebi, Boyer, Bowen, Frumkin y Hess, 2018.

Ficha 6.8

Eje	Adaptación
Submesa	Vulnerabilidad y salud poblacional.
Meta	Listado de indicadores ambientales y de salud asociados al cambio climático específicos para la vigilancia sanitaria y vigilancia epidemiológica en Chile a nivel regional y macrorregional.
Acciones y medidas	Desarrollo de estudio para la identificación y cuantificación de indicadores ambientales y de salud asociados al cambio climático Vigilancia epidemiológica ambiental para el cambio climático. Desarrollo de metodologías y protocolos para la recolección de información, seguimiento de indicadores y seguimiento de programas de vigilancia (calidad de aire, aguas de uso humano, y de alimentos y de patologías asociadas). Actualización de indicadores a vigilar y sus respectivas zonas de monitoreo considerando condiciones ambientales vinculadas al cambio climático (calidad de aire, aguas de uso humano, y de alimentos y de patologías asociadas).
Responsables	Unidad de Coordinación Ejecutiva para el Cambio Climático- MINSAL, SSSP: Estadística e información de la salud, Epidemiología, Zoonosis y Vectores, Nutrición y Alimentos, Salud Ambiental.
Plazos	2020- 2024
Política de origen	PACC Salud
Cobeneficios y sinergias	Fortalecimiento del sistema de vigilancia integral en salud pública de Chile y su posterior uso para el control y prevención de enfermedades vinculadas al cambio climático. Fortalecimiento de los programas de vigilancia de diversos otros organismos con pertinencia ambiental, tal como el MMA, la SMA, Dirección General de Aguas, SISS. Fortalecimiento de la institucionalidad ambiental y de salud junto a demás actores con atribuciones ambientales.
Evidencia	Levy, Smith y Carlton, 2018; Thacker, Stroup, Punish y Anderson, 1996.



Ficha 6.9

Eje	Adaptación
Submesa	Vulnerabilidad y salud poblacional.
Meta	Protocolo del diseño de estudio para el establecimiento de modelos predictivos del comportamiento de enfermedades vectoriales, zoonosis, asociadas al cambio climático
Acciones y medidas	Desarrollo de estudio para el establecimiento de modelos predictivos del comportamiento de enfermedades vectoriales, zoonosis, asociadas al cambio climático
Responsables	MINSAL
Plazos	2016- 2020
Política de origen	PACC Salud
Cobeneficios y sinergias	Cumplimiento de obligaciones establecidas en el Reglamento Sanitario Internacional para el control de enfermedades entre países vecinos.
Evidencia	Bardosh, Ryan, Ebi, Welburn y Singer, 2017.

Ficha 6.10

Eje	Adaptación
Submesa	Vulnerabilidad y salud poblacional.
Meta	Protocolo del diseño de estudio de carga de enfermedad asociado al cambio climático para Chile.
Acciones y medidas	Desarrollo de estudio de carga de enfermedad asociado al cambio climático.
Responsables	Unidad de Coordinación Ejecutiva para el Cambio Climático, MINSAL, Universidades.
Plazos	2020- 2021
Política de origen	PACC Salud
Cobeneficios y sinergias	Mejoramiento de la comprensión de la ocurrencia y carga de enfermedades asociadas al cambio climático y la posterior mejora en la toma de decisiones.
Evidencia	Saracci y Vineis, 2007.

Ficha 6.11

Eje	Adaptación
Submesa	Vulnerabilidad y salud poblacional
Meta	Informe de la situación actual y necesidades de recursos humanos en la atención primaria de salud en base a diagnóstico de la red hospitalaria y proyecciones en el aumento de la demanda de atención en salud y sus costos por eventos asociados al cambio climático, y áreas priorizadas por su vulnerabilidad.
Acciones y medidas	Desarrollo de estudio de proyección de demanda en la red hospitalaria debido al cambio climático y costos asociados. Fortalecimiento de la Atención de salud en áreas vulnerables al cambio climático mediante la evaluación de la situación actual y necesidades de recursos humanos de los servicios asistenciales de salud frente a eventuales nuevas demandas derivadas de cambios en el perfil de morbilidad asociados al cambio climático.
Responsables	Unidad de Coordinación Ejecutiva para el Cambio Climático- Ministerio de Salud, SSRA: Procesos y transformación hospitalaria, Gestión de servicios de salud- MINSAL.
Plazos	2020- 2021
Política de origen	PACC Salud
Cobeneficios y sinergias	Definiciones de construcción de nuevos hospitales o su fortalecimiento, especialmente en áreas de mayor riesgo. Mejor capacidad de respuesta a las necesidades de salud asociadas al cambio climático en el nivel más básico de salud, a nivel comunal.
Evidencia	Rakotoarison, Raholijao, Razafindramavo, Rakotomavo, Rakotoarisoa, Guillemot, Randriamialisoa, Mafilaza, Ramiandrisoa, Rajaonarivony, Andrianjafinirina, Tata, Vololoniaina, Rakotomanana y Raminosoa, 2018; Angelini, 2017.

Ficha 6.12

Eje	Adaptación
Submesa	Vulnerabilidad y salud poblacional.
Meta	Plan de trabajo específico sobre impactos en salud asociados al cambio climático dentro del Departamento de Promoción de Salud y Participación Ciudadana.
Acciones y medidas	Promoción de la salud para el cambio climático. Incorporación de un nuevo eje temático en el Departamento de Promoción de la Salud y Participación Ciudadana destinado a la consideración de los impactos en la salud a causa del cambio climático.
Responsables	Departamento de la Salud y Participación Ciudadana- MINSAL.
Plazos	2020- 2021
Política de origen	PACC Salud
Cobeneficios y sinergias	Abordaje de todo el quehacer de promoción y participación con pertinencia a cambio climático en el nivel comunal y todos sus planes preventivos.
Evidencia	Angelini, 2017.

**Ficha 6.13**

Eje	Adaptación
Submesa	Vulnerabilidad y salud poblacional.
Meta	Definición de contenidos programáticos educativos para niños y apoderados enfocados a la prevención y control de enfermedades vectoriales y zoonóticas vinculadas al cambio climático.
Acciones y medidas	Desarrollo de programa de promoción de salud para el cambio climático a través de educación a la población vulnerable al contagio de enfermedades vectoriales y zoonóticas.
Responsables	SSSP: Zoonosis y Vectores, Promoción de la Salud y Participación Ciudadana- MINSAL.
Plazos	2021- 2022
Política de origen	PACC Salud
Cobeneficios y sinergias	Reducción en la incidencia de enfermedades vectoriales y zoonóticas en grupos vulnerables de la población.
Evidencia	Bardosh, Ryan, Ebi, Welburn y Singer, 2017; Angelini, 2017.



MESA
CIUDADES



COP25
CHILE
2019

COMITÉ
CIENTÍFICO
DE CAMBIO
CLIMÁTICO